



Materialien

zur Altlastensanierung

und zum Bodenschutz



Leistungsbuch
Altlasten und Flächenentwicklung
2004/2005

Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz
Band 20

Leistungsbuch
Altlasten und Flächenentwicklung
2004 / 2005

von

Prof. Dr. Rolf Bracke
Dipl.-Ing. Christina Klümpen
- ECOS Umwelt GmbH, Aachen -

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
Essen, 2005

Impressum

Das „Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004 / 2005“ wurde durch die Fa. ECOS Umwelt GmbH unter fachlicher Beteiligung der FH Bochum im Auftrag des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen erarbeitet. Der Autorengruppe gehörten im wesentlichen die folgenden Mitglieder an:

Autoren:	Prof. Dr. Rolf Bracke (Schriftleitung) Dipl.-Ing. Christina Klümpen
Nebenautoren:	Dipl.-Geophys. Gregor Bußmann Dipl.-Biol. Stephan Exner Dipl.-Ing. Edgar Laube Dr. Thomas Mathews Dipl.-Ing. Björn Renk
Herausgeber:	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW) Wallneyer Straße 6 • 45133 Essen Telefon (0201) 7995-0 Telefax (0201) 7995-1447 E-mail: poststelle@lua.nrw.de
Erscheinungsort/-datum:	Essen, 2005
Projektleitung und Gesamtredaktion:	Dipl.-Ing. Michael Odensaß Dipl.-Ing. Stefan Schroers Landesumweltamt NRW
Umschlaggestaltung:	Werbeagentur Scharke, Düsseldorf
ISSN:	1432-3575
Informationsdienste:	Umweltdaten aus NRW (Aktuelle Luftqualität, Gewässergüte, aktuelle Wasserstände, aktuelle Niederschlagsdaten, etc.) sowie Fachinformationen: • Internet unter www.lua.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte: • Telefonansagedienst (02 01) 1 97 00 • WDR-Videotext (3. Fernsehprogramm, Tafeln 177 bis 179)
Bereitschaftsdienst:	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LUA NRW (24-Std.-Dienst), Tel.: (0201) 714488

Gedruckt auf 100 % Altpapier ohne Chlorbleiche

Vorwort

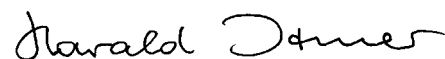
Zur Verminderung der Inanspruchnahme bislang ungenutzter Freiflächen muss es gelingen, den Flächenbedarf langfristig zum großen Teil aus der Wiedernutzung von brachliegenden vorge nutzten Flächen zu decken. Die vom Statistischen Bundesamt zuletzt vorgelegten Daten zur Flächen nutzung zeigen, dass 2002 pro Tag ca. 105 ha Siedlungs- und Verkehrsflächen zusätzlich in An spruch genommen wurden. Wichtige Voraussetzungen für die Wiedernutzbarmachung von Indust rie-, Gewerbe- und Verkehrsbrachen sowie freiwerdender militärischer Liegenschaften mit Belas tungsverdacht sind die systematische Erfassung von altlastverdächtigen Flächen/Altlasten, Unter suchungen zur Aufklärung des Bodenzustands sowie an die Nachfolgenutzung angepasste Sanie rungsmaßnahmen.

Der mit der Sanierung einhergehende Klärungsbedarf hinsichtlich sanierungs- und bautechnischer sowie rechtlicher Fragestellungen und die damit verbundenen Unsicherheiten bei den Kosten sind häufig entscheidende Projekthemmnisse. Diese können nur durch zuverlässige Kostenermittlungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ausgeräumt werden.

Als Hilfsmittel für Kostenschätzungen und Kostenberechnungen hatte das Landesumweltamt Nord rhein-Westfalen im Jahre 1998 das „Leistungsbuch Altlastensanierung & Flächenentwicklung“ ver öffentlicht (erschieden als Band 5 der Schriftenreihe "Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz", MALBO), das bundesweit insbesondere bei Behörden und Gutachtern breite Resonanz fand. Zwischenzeitlich haben sich Änderungen ergeben hinsichtlich der rechtlichen und regeltechnischen Rahmenbedingungen sowie verfahrenstechnischer Weiterentwicklungen. Daneben haben Veränderungen auf dem Altlastenmarkt und dem die Flächenentwicklung betref fenden Bausektor auch eine Veränderung des Preisgefüges zur Folge. Daher hat das Landesum weltamt Nordrhein-Westfalen eine Aktualisierung, Überarbeitung und Erweiterung des Leistungs buches durchgeführt. Die vorliegende Neufassung des Leistungsbuches basiert auf umfangreichen bundesweiten Kostenrecherchen bei durchgeführten Maßnahmen verschiedenartiger Maßnahmen träger im Zusammenhang mit der Aufbereitung von Flächen und der Altlastensanierung.

Ich danke allen, die an der Erarbeitung des Leistungsbuchs beteiligt waren und den zahlreichen Behörden, Institutionen, Verbänden und Firmen, die für die Überarbeitung des Leistungsbuchs Daten geliefert haben.

Essen, 2005



Dr.-Ing. Harald Irmer
Präsident des
Landesumweltamtes
Nordrhein-Westfalen

Die Erstellung des Leistungsbuchs wurde fachlich durch eine Arbeitsgruppe begleitet, der folgende Mitglieder angehörten:

Herr Blesken	Landesentwicklungsgesellschaft NRW, Düsseldorf
Herr Börke	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
Herr Frauenstein	Umweltbundesamt, Berlin
Herr Heine (zeitweise)	Oberfinanzdirektion Hannover
Herr Halfmann	Stadt Dortmund, Untere Bodenschutzbehörde
Herr Heinzel	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg
Herr Horchler (zeitweise)	Oberfinanzdirektion Hannover
Herr Dr. Hirschmann	Behörde für Umwelt und Gesundheit, Hamburg
Herr Dr. E. W. Hoffmann	AAV - Altlastensanierungs- und Altlastenaufbereitungsverband NRW, Hattingen
Herr Kugler	Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH, München
Herr Odensaß (Obmann)	Landesumweltamt NRW, Essen
Herr Schellartz	Stadt Düsseldorf, Umweltamt
Herr Scholz	Deutsche Bahn AG, Frankfurt a. M.
Herr Schroers	Landesumweltamt NRW, Essen
Herr Weingran	HIM GmbH, Bereich Altlastensanierung (HIM-ASG), Stadtallendorf

Folgende weitere Personen haben Hinweise und Anregungen zum Inhalt des Leistungsbuchs gegeben:

Herr Altenbockum	Altenbockum & Partner, Aachen
Herr Dr. Barrenstein	Landesumweltamt NRW
Frau Bavaj	Lieber Planung, Aachen
Herr Dr. Birke	FH Nordostniedersachsen
Herr Eckhoff	Landesumweltamt NRW
Herr Fahl	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
Herr Feige-Munzig	Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München
Herr Dr. Heckemanns	Dr. Heckemanns & Partner GmbH, Essen
Frau Dr. Obernosterer	Geotechnisches Büro Prof. Düllmann, Aachen
Frau Polednik	Landesumweltamt NRW
Herr Steiner	Deutsche Bahn AG, Frankfurt a. M.
Herr Dr. Tiedt	Landesumweltamt NRW
Herr Dr. Weigand	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg

Behörden, Institutionen, Verbände und Firmen, die die Erstellung des Leistungsbuchs durch die Bereitstellung von Daten unterstützt haben, sind im Anhang genannt.

Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung und Anwendungshinweise	20
0.1	Zielsetzung	20
0.2	Informations- und Datenermittlung im Rahmen der Erstellung des Leistungsbuchs	25
0.3	Aufbau und Benutzungshinweise	25

Ingenieurleistungen

1	Planung, Überwachung, Dokumentation	29
1.1	Leistungsbeschreibung	29
1.1.1	Leistungsbild für die Sanierungsplanung und Überwachung	30
1.1.2	Leistungsbild für die fachgutachterliche Überwachung	32
1.1.3	Leistungsbild für die Oberleitung und Dokumentation	32
1.2	Kostenermittlung	33
1.2.1	Kostenschätzung von Ingenieurleistungen auf Grundlage der anrechenbaren Kosten	33
1.3	Literatur	36
2	Projektsteuerung	37
2.1	Leistungsbeschreibung	37
2.1.1	Leistungsbild für die Projektstufe 1 „Projektvorbereitung“	38
2.1.2	Leistungsbild für die Projektstufe 2 „Planung“	39
2.1.3	Leistungsbild für die Projektstufe 3 „Ausführungsvorbereitung“	40
2.1.4	Leistungsbild für die Projektstufe 4 „Ausführung“	41
2.1.5	Leistungsbild für die Projektstufe 5 „Projektabschluss“	42
2.1.6	Öffentlichkeitsarbeit	44
2.2	Kostenermittlung	45
2.3	Literatur	48
2.4	Information über Leistungsanbieter	48
3	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination	49
3.1	Sicherheits- und Gesundheitsschutz nach Baustellenverordnung	49
3.1.1	Leistungsbeschreibung	49
3.1.2	Kostenermittlung	53
3.1.3	Literatur	53
3.1.4	Information über Leistungsanbieter	53
3.2	Arbeits- und Gesundheitsschutzkoordination in kontaminierten Bereichen	54
3.2.1	Leistungsbeschreibung	54
3.2.2	Kostenermittlung	55
3.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	55
3.2.2.2	Leistungsregister	56
3.2.3	Literatur	57
3.2.4	Information über Leistungsanbieter	57

Technische Untersuchungen, Prüfungen, Analytik

10	Kampfmittelerkundung	59
10.1	Baubegleitende Kampfmittelsuche und -bergung	62
10.1.1	Leistungsbeschreibung	62
10.1.2	Kostenermittlung	63
10.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	63
10.1.2.2	Leistungsregister	63
10.2	Kampfmittelsondierung und -bergung auf Freiflächen	64
10.2.1	Leistungsbeschreibung	64

10.2.2	Kostenermittlung	66
10.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	66
10.2.2.2	Leistungsregister	66
10.3	Computergestützte Oberflächensondierung	70
10.3.1	Leistungsbeschreibung	70
10.3.2	Kostenermittlung	71
10.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	71
10.3.2.2	Leistungsregister	72
10.4	Kampfmittelsondierung und –bergung in und auf baulichen Anlagen oder anthropogenen Auffüllungen	73
10.4.1	Leistungsbeschreibung	73
10.4.2	Kostenermittlung	76
10.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	76
10.4.2.2	Leistungsregister	77
10.5	Sondierung und Bergung von Abwurfmunition (Bomben)	80
10.5.1	Leistungsbeschreibung	80
10.5.2	Kostenermittlung	82
10.5.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	82
10.5.2.2	Leistungsregister	82
10.6	Kampfmittelsondierung und –bergung in stehenden und fließenden Gewässern	87
10.6.1	Leistungsbeschreibung	87
10.6.2	Kostenermittlung	89
10.6.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	89
10.6.2.2	Leistungsregister	89
10.7	Sondierung und Bergung von Kampfstoffmunition (chemische Kampfstoffe)	91
10.7.1	Leistungsbeschreibung	91
10.7.2	Kostenermittlung	94
10.7.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	94
10.7.2.2	Leistungsregister	94
10.8	Testfeldberäumung	97
10.8.1	Leistungsbeschreibung	97
10.8.2	Kostenermittlung	99
10.8.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	99
10.8.2.2	Leistungsregister	100
11	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme	103
11.1	Umwelttechnische Felduntersuchungen	103
11.1.1	Leistungsbeschreibung	103
11.1.2	Kostenermittlung	106
11.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	106
11.1.2.2	Leistungsregister	107
11.1.3	Literatur	114
11.1.4	Information über Leistungsanbieter	114
11.2	Probenahme	115
11.2.1	Leistungsbeschreibung	115
11.2.2	Kostenermittlung	120
11.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	120
11.2.2.2	Leistungsregister	121
11.2.3	Literatur	127
11.2.4	Information über Leistungsanbieter	127
11.3	Geotechnische Felduntersuchungen	128
11.3.1	Leistungsbeschreibung	128
11.3.2	Kostenermittlung	128
11.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	128
11.3.2.2	Leistungsregister	129
11.3.3	Literatur	131
11.3.4	Information über Leistungsanbieter	132

12	Baustoffprüfungen	133
12.1	Leistungsbeschreibung	133
12.1.1	Baustoffprüfungen im Rahmen der Gütesicherung nach RAL-RG 510/1	133
12.1.2	Baustoffprüfungen gemäß BRB-Richtlinie Recycling-Baustoffe 2001	142
12.2	Kostenermittlung	143
12.3	Literatur	144
12.4	Information über Leistungsanbieter	146
13	Chemisch-physikalische Analytik	147
13.1	Leistungsbeschreibung	147
13.1.1	Feldmesstechnik	147
13.1.2	Laboranalytik	152
13.2	Kostenermittlung	152
13.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	152
13.2.2	Leistungsregister	154
13.3	Literatur	169
13.4	Information über Leistungsanbieter	170
14	Geotechnische Laboruntersuchungen	171
14.1	Leistungsbeschreibung	171
14.1.1	Untersuchungen zur Eignungsprüfung mineralischer Oberflächen- und Basisabdichtungen	174
14.1.2	Untersuchungen zur Eignungsprüfung mineralischer Dichtwandmassen	175
14.1.3	Bestimmung des Scherverhaltens von kombinierten Abdichtungssystemen	175
14.1.4	Eignungsprüfung von Geotextilien	176
14.2	Kostenermittlung	177
14.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	177
14.2.2	Leistungsregister	177
14.3	Literatur	181
14.4	Information über Leistungsanbieter	181

Vorbereitende und maßnahmenbegleitende Leistungen

20	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen	183
20.1	Leistungsbeschreibung	183
20.2	Kostenermittlung	183
20.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	183
20.2.2	Leistungsregister	184
20.3	Literatur	186
20.4	Information über Leistungsanbieter	186
21	Baustelleneinrichtung	187
21.1	Leistungsbeschreibung	187
21.2	Kostenermittlung	187
21.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	187
21.2.2	Leistungsregister	188
22	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen	197
22.1	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz für Arbeiten in kontaminierten Bereichen	197
22.1.1	Leistungsbeschreibung	197
22.1.2	Kostenermittlung	201
22.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	201
22.1.2.2	Leistungsregister	202
22.1.3	Literatur	212
22.1.4	Information über Leistungsanbieter	213
22.2	Besondere Schutzmaßnahmen für den Rückbau von Asbestprodukten und Künstlichen Mineralfasern	214
22.2.1	Leistungsbeschreibung	214
22.2.1.1	Rückbau von Asbestprodukten	214
22.2.1.2	Rückbau von Künstlichen Mineralfasern	215

22.2.2	Kostenermittlung	216
22.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	216
22.2.2.2	Leistungsregister	216
22.2.3	Literatur	221
22.2.4	Information über Leistungsanbieter	221
22.3	Persönliche Schutzausrüstung, Arbeitsmedizinische Vorsorge, Messtechnische Begleitung	222
22.3.1	Leistungsbeschreibung	222
22.3.1.1	Persönliche Schutzausrüstung	222
22.3.1.2	Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	224
22.3.2	Kostenermittlung	226
22.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	226
22.3.2.2	Leistungsregister	226
22.3.3	Literatur	231
22.3.4	Information über Leistungsanbieter	231
23	Verbau- und Rammarbeiten	233
23.1	Verbauarbeiten	233
23.1.1	Leistungsbeschreibung	233
23.1.2	Kostenermittlung	233
23.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	233
23.1.2.2	Leistungsregister	235
23.2	Rammarbeiten	238
23.2.1	Leistungsbeschreibung	238
23.2.2	Kostenermittlung	238
23.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	238
23.2.2.2	Leistungsregister	240
24	Brunnenbau und Pumpversuche	243
24.1	Leistungsbeschreibung	243
24.2	Kostenermittlung	243
24.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	243
24.2.2	Leistungsregister	245
24.3	Literatur	254
24.4	Information über Leistungsanbieter	255
25	Wasserhaltungsarbeiten	257
25.1	Leistungsbeschreibung	257
25.2	Kostenermittlung	257
25.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	257
25.2.2	Leistungsregister	258
26	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung	265
26.1	Leistungsbeschreibung	265
26.2	Kostenermittlung	266
26.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	266
26.2.2	Leistungsregister	267
26.3	Literatur	272
26.4	Information über Leistungsanbieter	272
27	Direkt-/ Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser	273
27.1	Direkteinleitung	273
27.1.1	Leistungsbeschreibung	273
27.1.2	Kostenermittlung	273
27.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	273
27.1.2.2	Leistungsregister	273
27.2	Indirekteinleitung	274
27.2.1	Leistungsbeschreibung	274
27.2.2	Kostenermittlung	275
27.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	275

27.2.2.2	Leistungsregister	275
27.3	Versickerung	276
27.3.1	Leistungsbeschreibung	276
27.3.2	Kostenermittlung	277
27.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	277
27.3.2.2	Leistungsregister	278
27.4	Literatur	281
27.5	Information über Leistungsanbieter	281
28	Kanalsanierung	283
28.1	Inspektion, Kanalreinigung, Kanalstilllegung	286
28.1.1	Leistungsbeschreibung	286
28.1.2	Kostenermittlung	287
28.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	287
28.1.2.2	Leistungsregister	288
28.2	Kanalinstandsetzung	293
28.2.1	Leistungsbeschreibung	293
28.2.2	Kostenermittlung	294
28.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	294
28.2.2.2	Leistungsregister	295
28.3	Kanalsanierung	299
28.3.1	Leistungsbeschreibung	299
28.3.2	Kostenermittlung	302
28.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	302
28.3.2.2	Leistungsregister	302

Flächenerschließung

30	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung	311
30.1	Leistungsbeschreibung	311
30.2	Kostenermittlung	313
30.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	313
30.2.2	Leistungsregister	316
30.3	Literatur	325
30.4	Information über Leistungsanbieter	325
31	Wiedereinbau	327
31.1	Leistungsbeschreibung	327
31.2	Kostenermittlung	331
31.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	331
31.2.2	Leistungsregister	332
31.3	Literatur	336
31.4	Information über Leistungsanbieter	336
32	Renaturierung, Landschaftsbau	337
32.1	Leistungsbeschreibung	337
32.2	Kostenermittlung	339
32.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	339
32.2.2	Leistungsregister	340
32.3	Literatur	345
32.4	Information über Leistungsanbieter	346
33	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründung auf kontaminierten Flächen	347
33.1	Leistungsbeschreibung	347
33.2	Kostenermittlung	347
33.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	347
33.2.2	Leistungsregister	347
33.3	Literatur	349
33.4	Information über Leistungsanbieter	350

34	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge (Grundwasser- / Bodenluftmonitoring)	351
34.1	Leistungsbeschreibung	351
34.2	Kostenermittlung	352
34.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	352
34.2.2	Leistungsregister	353
34.3	Literatur	355
34.4	Information über Leistungsanbieter	355
35	Straßen, Wege, Gleise	357
35.1	Verkehrszeichen, Verkehrseinrichtungen, Prüfungen	358
35.1.1	Leistungsbeschreibung	358
35.1.2	Kostenermittlung	358
35.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	358
35.1.2.2	Leistungsregister	358
35.2	Unterbau, Oberbauschichten ohne Bindemittel	362
35.2.1	Leistungsbeschreibung	362
35.2.2	Kostenermittlung	363
35.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	363
35.2.2.2	Leistungsregister	363
35.3	Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln	366
35.3.1	Leistungsbeschreibung	366
35.3.2	Kostenermittlung	366
35.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	366
35.3.2.2	Leistungsregister	367
35.4	Oberbauschichten mit bituminösen Bindemitteln	369
35.4.1	Leistungsbeschreibung	369
35.4.2	Kostenermittlung	370
35.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	370
35.4.2.2	Leistungsregister	370
35.5	Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen und Sonderbauweisen	372
35.5.1	Leistungsbeschreibung	372
35.5.2	Kostenermittlung	372
35.5.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	372
35.5.2.2	Leistungsregister	373
35.6	Gleisbau	377
35.6.1	Leistungsbeschreibung	377
35.6.2	Kostenermittlung	378
35.6.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	378
35.6.2.2	Leistungsregister	378

Rückbau

	Rückbau – Allgemeine Hinweise	381
40	Dekontamination im Rahmen des Rückbaus	387
40.1	Dekontamination der Bausubstanz	387
40.1.1	Leistungsbeschreibung	387
40.1.2	Kostenermittlung	388
40.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	388
40.1.2.2	Leistungsregister	389
40.1.3	Literatur	393
40.1.4	Information über Leistungsanbieter	393
40.2	Entfernung asbesthaltiger Produkte	394
40.2.1	Leistungsbeschreibung	394
40.2.2	Kostenermittlung	397
40.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	397
40.2.2.2	Leistungsregister	397

40.2.3	Literatur	403
40.2.4	Information über Leistungsanbieter	403
40.3	Entfernung KMF-haltiger Produkte	404
40.3.1	Leistungsbeschreibung	404
40.3.2	Kostenermittlung	406
40.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	406
40.3.2.2	Leistungsregister	406
40.3.3	Literatur	408
40.3.4	Information über Leistungsanbieter	408
41	Teilabbruch	409
41.1	Demontage von Fenstern, Türen, Toren, Rahmen	409
41.1.1	Leistungsbeschreibung	409
41.1.2	Kostenermittlung	409
41.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	409
41.1.2.2	Leistungsregister	410
41.2	Abbruch von Außenwänden	412
41.2.1	Leistungsbeschreibung	412
41.2.2	Kostenermittlung	413
41.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	413
41.2.2.2	Leistungsregister	413
41.3	Abbruch von Innenwänden	415
41.3.1	Leistungsbeschreibung	415
41.3.2	Kostenermittlung	415
41.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	415
41.3.2.2	Leistungsregister	415
41.4	Abbruch von Decken und Böden	417
41.4.1	Leistungsbeschreibung	417
41.4.2	Kostenermittlung	417
41.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	417
41.4.2.2	Leistungsregister	417
41.5	Abbruch von Dächern und Kaminen	419
41.5.1	Leistungsbeschreibung	419
41.5.2	Kostenermittlung	420
41.5.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	420
41.5.2.2	Leistungsregister	420
41.6	Abbruch von baukonstruktiven Einbauten	422
41.6.1	Leistungsbeschreibung	422
41.6.2	Kostenermittlung	423
41.6.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	423
41.6.2.2	Leistungsregister	423
42	Demontage von haustechnischen Anlagen	425
42.1	Leistungsbeschreibung	425
42.2	Kostenermittlung	425
42.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	425
42.2.2	Leistungsregister	425
43	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen	429
43.1	Leistungsbeschreibung	429
43.2	Kostenermittlung	429
43.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	429
43.2.2	Leistungsregister	429
44	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen	435
44.1	Leistungsbeschreibung	435
44.2	Kostenermittlung	435
44.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	435
44.2.2	Leistungsregister	435

45	Rohbauabbruch	437
45.1	Abbruch von mehrgeschossigen Skelettbauten	437
45.1.1	Leistungsbeschreibung	437
45.1.2	Kostenermittlung	437
45.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	437
45.1.2.2	Leistungsregister	438
45.2	Abbruch von mehrgeschossigen Wandbauten	442
45.2.1	Leistungsbeschreibung	442
45.2.2	Kostenermittlung	442
45.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	442
45.2.2.2	Leistungsregister	443
45.3	Abbruch von Flach- und Hallenbauten	446
45.3.1	Leistungsbeschreibung	446
45.3.2	Kostenermittlung	446
45.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	446
45.3.2.2	Leistungsregister	447
45.4	Abbruch von turmartigen Bauwerken und Masten	451
45.4.1	Leistungsbeschreibung	451
45.4.2	Kostenermittlung	451
45.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	451
45.4.2.2	Leistungsregister	452
45.5	Abbruch von Industrieschornsteinen	454
45.5.1	Leistungsbeschreibung	454
45.5.2	Kostenermittlung	454
45.5.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	454
45.5.2.2	Leistungsregister	454
45.6	Abbruch von Silos und (Hoch-) Behältern	456
45.6.1	Leistungsbeschreibung	456
45.6.2	Kostenermittlung	456
45.6.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	456
45.6.2.2	Leistungsregister	456
45.7	Abbruch von kompakten Bauwerken	458
45.7.1	Leistungsbeschreibung	458
45.7.2	Kostenermittlung	458
45.7.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	458
45.7.2.2	Leistungsregister	459
45.8	Abbruch von Fundamenten	460
45.8.1	Leistungsbeschreibung	460
45.8.2	Kostenermittlung	460
45.8.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	460
45.8.2.2	Leistungsregister	461
46	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten	463
46.1	Rückbau von Verkehrsflächen	463
46.1.1	Leistungsbeschreibung	463
46.1.2	Kostenermittlung	463
46.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	463
46.1.2.2	Leistungsregister	464
46.2	Rückbau von Gleisanlagen	469
46.2.1	Leistungsbeschreibung	469
46.2.2	Kostenermittlung	470
46.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	470
46.2.2.2	Leistungsregister	470
46.3	Rückbau von Tiefbauten und Außenanlagen	472
46.3.1	Leistungsbeschreibung	472
46.3.2	Kostenermittlung	472
46.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	472
46.3.2.2	Leistungsregister	472

47	Industriereinigung	479
47.1	Oberflächenreinigung	483
47.1.1	Leistungsbeschreibung	483
47.1.2	Kostenermittlung	483
47.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	483
47.1.2.2	Leistungsregister	484
47.2	Reinigung von Rohrleitungen	485
47.2.1	Leistungsbeschreibung	485
47.2.2	Kostenermittlung	486
47.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	486
47.2.2.2	Leistungsregister	487
47.3	Reinigung von Behältern	488
47.3.1	Leistungsbeschreibung	488
47.3.2	Kostenermittlung	489
47.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	489
47.3.2.2	Leistungsregister	490
47.4	Reinigung von verfahrenstechnischen Apparaten	494
47.4.1	Leistungsbeschreibung	494
47.4.2	Kostenermittlung	495
47.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	495
47.4.2.2	Leistungsregister	495
47.5	Reinigung von Kleinteilen	497
47.5.1	Leistungsbeschreibung	497
47.5.2	Kostenermittlung	497
47.5.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	497
47.5.2.2	Leistungsregister	497
47.6	Stilllegung von prüfpflichtigen Anlagen nach WHG	499
47.6.1	Leistungsbeschreibung	499
47.6.2	Kostenermittlung	499
47.6.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	499
47.6.2.2	Leistungsregister	500
 Pneumatische Maßnahmen		
50	Fassung und Entnahme von Bodenluft / Deponiegas und andere pneumatische Maßnahmen	503
50.1	Entgasungsgräben, -schächte, Flächenfilter	503
50.1.1	Leistungsbeschreibung	503
50.1.2	Kostenermittlung	503
50.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	503
50.1.2.2	Leistungsregister	503
50.2	Bodenluftabsaugung	505
50.2.1	Leistungsbeschreibung	505
50.2.1.1	Komponenten in der Bodenluftabsaugung	505
50.2.1.2	Verfahren zur Steigerung des Schadstoffaustrags	506
50.2.1.3	Bodenluftabsaugversuch	507
50.2.2	Kostenermittlung	508
50.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	508
50.2.2.2	Leistungsregister	509
50.3	Literatur	514
50.4	Information über Leistungsanbieter	514
51	Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft	515
51.1	Leistungsbeschreibung	515
51.1.1	Absorption	515
51.1.2	Adsorption	515
51.1.3	Oxidation	517
51.1.4	Biofiltration	519
51.1.5	Komponenten der Bodenluftsanierungsanlage	520

51.1.6	Probenahme und Messungen	524
51.2	Kostenermittlung	525
51.1.2	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	525
51.2.2	Leistungsregister	526
51.3	Literatur	528
51.4	Information über Leistungsanbieter	528

Hydraulische Maßnahmen

52	Fassung und Entnahme von Grundwasser / Schichtwasser / Oberflächenwasser und andere hydraulische Maßnahmen	529
52.1	Entnahme von Grundwasser aus Vertikal- / Horizontalbrunnen	531
52.1.1	Leistungsbeschreibung	531
52.1.2	Kostenermittlung	533
52.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	533
52.1.2.2	Leistungsregister	534
52.2	Einblasen von Luft / Dampf in den Grundwasserleiter	536
52.2.1	Leistungsbeschreibung	536
52.2.2	Kostenermittlung	537
52.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	537
52.2.2.2	Leistungsregister	537
52.3	Grundwasserzirkulationsbrunnen	539
52.3.1	Leistungsbeschreibung	539
52.3.2	Kostenermittlung	539
52.4	Abpumpen von Schadstoffen in Phase	540
52.4.1	Leistungsbeschreibung	540
52.4.2	Kostenermittlung	540
52.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	540
52.4.2.2	Leistungsregister	541
52.5	Umlenkung des Grundwasserstroms	543
52.5.1	Leistungsbeschreibung	543
52.5.2	Kostenermittlung	544
52.5.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	544
52.5.2.2	Leistungsregister	544
52.6	Absenkung des Grundwasserspiegels	546
52.6.1	Leistungsbeschreibung	546
52.6.2	Kostenermittlung	546
52.6.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	546
52.6.2.2	Leistungsregister	546
52.7	Ableitung von Schichten- und Sickerwasser	549
52.7.1	Leistungsbeschreibung	549
52.8	Oberflächenwasserfassung	550
52.8.1	Leistungsbeschreibung	550
52.8.2	Kostenermittlung	550
52.8.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	550
52.8.2.2	Leistungsregister	550
53	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser	553
53.1	Leistungsbeschreibung	553
53.2	on-site-Reinigungsverfahren	555
53.2.1	Sedimentation	556
53.2.2	Flockung	557
53.2.3	Fällung	557
53.2.4	Desorption	557
53.2.5	Filtration	557
53.2.6	Ionenaustausch	558
53.2.7	Adsorption	558

53.2.8	Biologische Reinigung	558
53.2.9	Chemische Oxidation	559
53.2.10	Membranverfahren	560
53.3	Verfahrensbeispiele zur Grundwasserreinigung	561
53.4	Kostenermittlung	563
53.4.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	563
53.4.2	Leistungsregister	565
53.5	Literatur	581
53.6	Information über Leistungsanbieter	581
54	Dränarbeiten und Entwässerungskanäle	583
54.1	Dränarbeiten	583
54.1.1	Leistungsbeschreibung	584
54.1.2	Kostenermittlung	584
54.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	584
54.1.2.2	Leistungsregister	584
54.1.3	Literatur	591
54.1.4	Information über Leistungsanbieter	591
54.2	Entwässerungskanäle	592
54.2.1	Leistungsbeschreibung	592
54.2.2	Kostenermittlung	592
54.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	592
54.2.2.2	Leistungsregister	593
54.2.3	Literatur	596
54.2.4	Information über Leistungsanbieter	596

Dekontamination von Boden

55	Thermische Bodenbehandlung	597
55.1	Pyrolyse	597
55.1.1	Leistungsbeschreibung	597
55.1.2	Kostenermittlung	598
55.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	598
55.2	Verbrennung	598
55.2.1	Leistungsbeschreibung	598
55.2.2	Kostenermittlung	599
55.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	599
55.3	Niedertemperaturverbrennung	599
55.3.1	Leistungsbeschreibung	599
55.3.2	Kostenermittlung	600
55.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	600
55.3.2.2	Leistungsregister	600
56	Chemisch-physikalische Bodenbehandlung	603
56.1	Leistungsbeschreibung	604
56.2	Kostenermittlung	604
56.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	604
56.2.2	Leistungsregister	606
56.3	Literatur	609
56.4	Information über Leistungsanbieter	609
57	Biologische Bodenbehandlung	611
57.1	Biologische Behandlung in Mieten	615
57.1.1	Leistungsbeschreibung	615
57.1.2	Kostenermittlung	616
57.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	616
57.1.2.2	Leistungsregister	617
57.2	Biologische Behandlung in Beeten / Landfarming	620
57.2.1	Leistungsbeschreibung	620

57.2.2	Kostenermittlung	620
57.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	620
57.2.2.2	Leistungsregister	621
57.3	Biologische Behandlung in Reaktoren	623
57.3.1	Leistungsbeschreibung	623
57.3.2	Kostenermittlung	624
57.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	624
57.3.2.2	Leistungsregister	625
57.4	Biologische Behandlung in-situ	626
57.4.1	Leistungsbeschreibung	626
57.4.2	Kostenermittlung	629
57.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	629
57.4.2.2	Leistungsregister	629
57.5	Phytoremediation	632
57.5.1	Leistungsbeschreibung	632
58	Elektrokinetische Bodenbehandlung	635
58.1	Leistungsbeschreibung	635
58.1.1	Allgemeines	635
58.1.2	Theoretische Grundlagen der Elektrokinetik	636
58.1.3	Einsatzmöglichkeiten und Vorteile gegenüber anderen In-situ-Verfahren	638
58.1.3.1	Bodeneigenschaften	638
58.1.3.2	Schadstoffe	639
58.1.4	Technologische Ausführung	640
58.1.4.1	Elektrodenkonfiguration	640
58.1.4.2	Elektrodenmaterial	641
58.1.4.3	Zugabe von Additiven	641
58.1.5	Entwicklungsstand / Stand der Technik	642
58.1.6	Rechtliche Einordnung und Genehmigungsanforderungen	642
58.2	Kostenermittlung	643
58.3	Literatur	644
58.4	Information über Leistungsanbieter	645
59	Extraktive Spülverfahren	647
59.1	In-situ-Bodenspülung	647
59.1.1	Leistungsbeschreibung	647
59.1.2	Kostenermittlung	647
59.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	647
59.1.2.2	Leistungsregister	647
59.2	Hochdruckbodenwäsche in-situ	649
59.2.1	Leistungsbeschreibung	649
59.2.2	Kostenermittlung	649
59.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	649
59.2.2.2	Leistungsregister	649
 Reaktive Systeme		
60	Reaktive Systeme	651
60.1	Leistungsbeschreibung	651
60.1.1	Vollflächig durchströmte Wand	651
60.1.2	Funnel-and-Gate System	652
60.1.3	Sonderkonstruktionen	653
60.1.4	Injektionsverfahren	656
60.1.5	Dichtwand-Heber-Reaktor (DHR-Verfahren)	657
60.1.6	Abreinigungsverfahren und Materialien	658
60.1.7	Bauverfahren	662
60.2	Kostenermittlung	666
60.2.1	Reaktive Füllmaterialien	666

60.2.2	Injektionsverfahren	667
60.3	Literatur	669
60.4	Information über Leistungsanbieter	672

Natural Attenuation

61	Natural Attenuation	673
61.1	Leistungsbeschreibung	673
61.1.1	Relevante Schadstoffgruppen	676
61.1.2	Untersuchungsparameter und deren Bedeutung für NA	676
61.2	Kostenermittlung	685
61.3	Literatur	686
61.4	Information über Leistungsanbieter	686

Abdeckung / Abdichtung / Immobilisierung

70	Oberflächenabdeckung	687
70.1	Leistungsbeschreibung	687
70.2	Kostenermittlung	687
70.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	687
70.2.2	Leistungsregister	688
70.3	Literatur	690
70.4	Information über Leistungsanbieter	690
71	Oberflächenabdichtung	691
71.1	Mineralische Abdichtung	695
71.1.1	Leistungsbeschreibung	697
71.1.2	Kostenermittlung	697
71.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	697
71.1.2.2	Leistungsregister	698
71.2	Kunststoffdichtungsbahn	702
71.2.1	Leistungsbeschreibung	702
71.2.2	Kostenermittlung	704
71.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	704
71.2.2.2	Leistungsregister	705
71.3	Kombinationsabdichtung	710
71.3.1	Leistungsbeschreibung	710
71.3.2	Kostenermittlung	711
71.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	711
71.3.2.2	Leistungsregister	712
71.4	Geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD)	716
71.4.1	Leistungsbeschreibung	716
71.4.2	Kostenermittlung	717
71.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	717
71.4.2.2	Leistungsregister	718
71.5	Kapillarsperre	721
71.5.1	Leistungsbeschreibung	721
71.5.2	Kostenermittlung	722
71.5.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	722
71.5.2.2	Leistungsregister	723
71.6	Asphaltbetonabdichtung	725
71.6.1	Leistungsbeschreibung	725
71.6.2	Kostenermittlung	727
71.6.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	727
71.6.2.2	Leistungsregister	728

72	Vertikale Abdichtung	735
72.1	Spundwand	737
72.1.1	Leistungsbeschreibung	737
72.2	Schmalwand	737
72.2.1	Leistungsbeschreibung	737
72.2.2	Kostenermittlung	738
72.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	738
72.2.2.2	Leistungsregister	738
72.3	Gerammte Schlitzwand	740
72.3.1	Leistungsbeschreibung	740
72.3.2	Kostenermittlung	740
72.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	740
72.3.2.2	Leistungsregister	741
72.4	Einphasen-Schlitzwand	742
72.4.1	Leistungsbeschreibung	742
72.4.2	Kostenermittlung	742
72.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	742
72.4.2.2	Leistungsregister	744
72.5	Zweiphasen-Schlitzwand	747
72.5.1	Leistungsbeschreibung	747
72.5.2	Kostenermittlung	747
72.5.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	747
72.5.2.2	Leistungsregister	748
72.6	Schlitzwand-Kombinationsabdichtung	750
72.6.1	Leistungsbeschreibung	750
72.6.2	Kostenermittlung	750
72.6.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	750
72.6.2.2	Leistungsregister	751
72.7	Überschnittene Bohrpfahlwand	753
72.7.1	Leistungsbeschreibung	753
72.7.2	Kostenermittlung	754
72.7.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	754
72.7.2.2	Leistungsregister	755
73	Untergrundabdichtung	757
73.1	Leistungsbeschreibung	757
73.2	Kostenermittlung	760
73.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	760
73.2.2	Leistungsregister	760
73.3	Literatur	762
73.4	Information über Leistungsanbieter	762
74	Immobilisierung	763
74.1	Immobilisierung on-site / off-site	763
74.1.1	Leistungsbeschreibung	763
74.1.2	Kostenermittlung	764
74.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	764
74.1.2.2	Leistungsregister	765
74.2	Immobilisierung in-situ	767
74.2.1	Leistungsbeschreibung	767
74.2.2	Kostenermittlung	768
74.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	768
74.2.2.2	Leistungsregister	769

Aufbereitung und Entsorgung

80	Baustoffaufbereitung	771
80.1	Stoffliches Recycling	777
80.1.1	Leistungsbeschreibung	777
80.1.1.1	Aufbereitung kontaminierter Materialien	777
80.1.1.2	Verfahrenstechnische Abläufe	778
80.1.1.3	Verwertungs- und Vermarktungsmöglichkeiten	780
80.1.2	Kostenermittlung	781
80.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	781
80.1.2.2	Leistungsregister	781
80.2	Materialrecycling	785
80.2.1	Leistungsbeschreibung	785
80.2.1.1	Verwertungs- und Vermarktungsmöglichkeiten	786
80.2.2	Kostenermittlung	786
80.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	786
80.2.2.2	Leistungsregister	786
81	Entsorgung	789
81.1	Entsorgung unbelasteter Abfälle	792
81.1.1	Leistungsbeschreibung	792
81.1.2	Kostenermittlung	793
81.1.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	794
81.1.2.2	Leistungsregister	794
81.2	Entsorgung belasteter Abfälle	797
81.2.1	Leistungsbeschreibung	797
81.2.2	Kostenermittlung	799
81.2.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	799
81.2.2.2	Leistungsregister	799
81.3	Transport	806
81.3.1	Leistungsbeschreibung	806
81.3.2	Kostenermittlung	807
81.3.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	807
81.3.2.2	Leistungsregister	807
81.4	Sonstige Leistungen	809
81.4.1	Leistungsbeschreibung	809
81.4.2	Kostenermittlung	810
81.4.2.1	Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation	810
81.4.2.2	Leistungsregister	810

Stundensätze

90	Personal, Löhne, Gehälter	813
91	Maschinen und Geräte	815

Links in das „World Wide Web“	819

Anhang Datenlieferanten	829

0 Einleitung und Anwendungshinweise

0.1 Zielsetzung

Infrastruktur- und Flächenentwicklungen unterliegen dem Anspruch auf nachhaltigen Umgang mit Grund und Boden. Im Vordergrund steht dabei zunehmend die Reaktivierung brachliegender Flächen in urbanen Ballungsräumen. Auf solchen Standorten finden sich in der Regel bauliche Anlagen aus der gewerblichen, industriellen oder militärischen Vornutzung häufig verbunden mit Kontaminationen des Bodens, des Grundwassers und der Bausubstanz. Voraussetzung für die Rückführung von Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsbrachen sowie freiwerdender militärischer Liegenschaften mit Belastungsverdacht aus der früheren Nutzung in den „Flächennutzungs-Kreislauf“ sind die systematische Erfassung von altlastverdächtigen Flächen/Altlasten und Verdachtsflächen/schädlichen Bodenveränderungen (d. h. die Vervollständigung entsprechender Kataster), Untersuchungen zur Aufklärung des Bodenzustands sowie gegebenenfalls an die Nachfolgenutzung angepasste Sanierungsmaßnahmen. Den planungstechnischen Unsicherheiten bei Rückbau, Sanierung und Baureifmachung steht die Forderung nach Kostensicherheit für die Inwertsetzung auf Investorensseite entgegen.

Das *Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung* soll diese Lücke weiter schließen. Es ist ein Hilfsmittel bei der Planung von Infrastrukturmaßnahmen beim Flächenmanagement und zur Sanierung von Altlasten. Es ermöglicht dazu

- a) die Systematisierung und Beschreibung von Leistungen und
- b) die Durchführung von Kostenermittlungen, sowie von Kostenvergleichsrechnungen. Zugleich unterstützt es Nutzen- Kostenuntersuchungen / Kostenwirksamkeitsbetrachtungen bei der Auswahl von Sanierungsmaßnahmen.

0.1.1 Grundsätze der Kostenstrukturierung und Kostenvergleichsrechnung

Das *Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung* folgt in Struktur und Aufbau der Methodik der Kostenermittlung im Bauprojektmanagement. Die Informationen sollen für eine Verbesserung der Kostentransparenz sorgen und das Kostenbewusstsein (Kosten-Nutzen-Überlegungen) fördern. Damit wird den inhaltlichen Anforderungen an eine DIN-gemäße Kostenermittlung entsprochen. Über verschiedene Detaillierungsgrade werden Planungsgrundlagen und Informationen zu altlastenrelevanten Leistungen und Marktpreisen geboten.

In der Baukalkulation haben DIN-gemäße Kostenermittlungen den Zweck, die zu erwartenden Kosten einer Baumaßnahme als Grundlage für Planungs-, Ausführungs- und Investitionsentscheidungen möglichst zutreffend vorauszuberechnen bzw. entstandene Kosten in tatsächlicher Höhe festzustellen. Kostenermittlungen sind nach einer Kostengliederungs-Systematik zu ordnen und darzustellen (DIN 276). Dabei sind Art, Umfang und Genauigkeit der Kostenermittlungen abhängig vom jeweiligen Stand der Planung, von den verfügbaren Angaben und Erfahrungswerten sowie - im Falle der Kostenfeststellung - von den Abrechnungsunterlagen.

Die DIN 276 beschreibt neben allgemeinen Kostenbegriffen und Kostenbestandteilen die Anforderungen an Kostenermittlungen für den *Hochbau*. Da das Prinzip der Kostengliederung über verschiedene Detaillierungsstufen jedoch auf alle übrigen Bauvorhaben der Infrastrukturentwicklung übertragen werden kann (z. B. unter Anwendung der Kostenelementemethode), lässt sich die normativ geforderte Mehrstufigkeit und Durchgängigkeit in der Systematik auch bei der Kostenplanung von Flächenentwicklungsmaßnahmen einhalten.

Bei der Kostenermittlung im Rahmen der Flächenentwicklung können daher folgende Kostenarten unterschieden werden:

- 1. Der zulässige Kostenrahmen zur Formulierung der Investitionsziele einer Flächenentwicklung,
- 2. die Kostenschätzung am Ende des Vorentwurfs,
- 3. die Kostenberechnung am Ende der Entwurfsplanung,

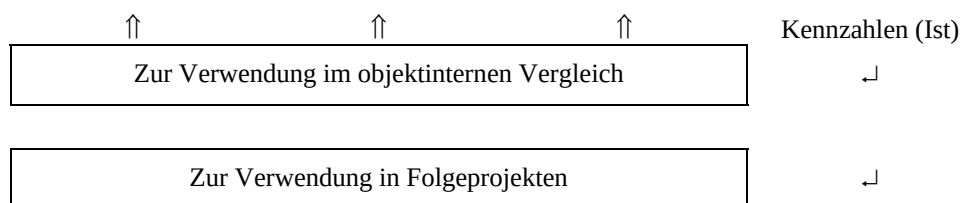
4. den Kostenanschlag im Rahmen der Entscheidungen zur Vergabe,
5. die Kostenfeststellung nach Fertigstellung des Bauvorhabens und
6. die Nutzungs- bzw. Betriebskosten nach Inbetriebnahme.

Der Kostenanschlag und die Kostenfeststellung sind gewerkeorientiert aufgebaut. Weil sich aber die ersten beiden Arten auf das Gesamtvorhaben und seine (Bau-)Elemente beziehen, muss man aus den festgestellten Abschlussdaten Kennzahlen für die frühen Phasen bilden zu können. Analoges gilt ebenso für die Kostensteuerung, wenn Baukosten in die Kosten der Gewerke umzuwandeln sind, um beim Entstehen und nach Fertigstellung des Kostenanschlages mit den Ergebnissen der Kostenberechnung vergleichen zu können.

Bei Planungsbeginn sind die Kosten nach (Bau-)Elementen geordnet, mit der Ausführungsvorbereitung ist nur die an Gewerken und Teilleistungen ausgerichtete Ordnung sinnvoll. Damit wird deutlich, dass Kosten der Gewerke in Elementekosten und Kosten der Bauelemente in Kosten für Leistungen der Gewerke umzuwandeln sind. Das verlangt die Befähigung zum Vorwärts- und Rückwärtsrechnen, so dass eine entsprechend sichere, wirklichkeitsnahe und ausreichend schnelle Kostenzuordnung möglich werden muss.

Übersicht zur
Kennzahlbildung

Hauptstrukturen der Bau- bzw. Sanierungskosten			
Kostengruppen und (Bau-)Elemente		Gewerke und Teilleistungen	
Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenanschlag	Kostenfeststellung
Grobkennzahlen	Mittlere Kennzahlen	Vertragspreise	Abgerechnete Preise (Ist-Kosten)



Die Kostenelementmethode geht demnach zunächst von Grobelementen aus. Diese werden im Rahmen der planungstechnischen Grundlagenermittlung einzelnen übergeordneten Kostengruppen (z. B. Rückbau) zugewiesen. Sie stellen die Verdichtung miteinander vernetzter Bauleistungen dar (z. B. Gebäudeentkernung) und lassen sich im weiteren Planungsverlauf schrittweise in weitere Elemente gliedern (z. B. Asbestarbeiten). Diese Gliederungselemente sind - mit zunehmenden Kenntnisstand - Funktionselemente (Vorplanung), Konstruktionselemente (Entwurfsplanung) und schließlich die ausschreibungsrelevanten Leit- und Unterpositionen (Ausführungsplanung).

Viele Altlastenprojekte beinhalten neben den reinen Bauelementen auch Kostenelemente mit Langzeitwirkung auf der Betriebskostenseite (z. B. Grundwassersanierungen). Deshalb lässt sich das *Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung* neben der Bestimmung reiner Bau- und Investitionskosten auch zur Betriebskostenrechnung heranziehen; diese erfolgt i. d. R. in 3 Teilbereichen:

1. Kostenartenrechnung: welche Kosten sind in welcher Höhe wo entstanden und wie kann man die Gesamtkosten so untergliedern, dass sich brauchbare Aussagen hinsichtlich der Kostenstruktur eines Projektes ergeben? Im Rahmen von Grundwassersanierungsprojekten bieten sich z. B. die folgenden Kostenarten an:
 - Betriebskosten (Materialkosten, Energiekosten, Kosten für bezogenen Leistungen, Personalkosten, Abwasserabgabe / Einleitgebühren, Entsorgungskosten, sonstige) und
 - Kalkulatorische Kosten (Abschreibungen, Zinsen).

2. Kostenstellenrechnung: wo an welcher Stelle des Projektes sind welche Kosten in welcher Höhe entstanden? Im Rahmen der Grund- und Abwasserreinigung bieten sich folgende Kostenstellen an:
 - Kanäle (Hauptsammler, Anschlussleitungen),
 - Bauwerke (Brunnen, Pumpwerke),
 - Abreinigungsanlagen (Abwasserreinigungs-, Schlammbehandlungsstufen).Die Bildung der Kostenstellen orientiert sich dabei an den Gegebenheiten des Projektes und den betrieblichen Erfordernissen.
3. Kostenträgerrechnung: Wofür, für welche Leistung sind welche Kosten in welcher Höhe entstanden?

Neben der Kostenermittlung während der unterschiedlichen Planungsphasen für einzelne Sanierungsszenarien bzw. Maßnahmenvarianten, lassen sich mit dem *Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung* auch Kostenvergleichsrechnungen durchführen (z. B. Sicherungs- vs. Dekontaminationsverfahren). Eine Kostenvergleichsrechnung stellt die einfachste Methode der analytischen Bewertungsverfahren dar. Der Kostenvergleich dient dazu, aus einer Reihe Alternativen mit gleichem Nutzen die kostenmäßig optimale Lösung zu ermitteln. Damit können bereits im Vorfeld der Sanierungsentscheidung - d.h. vor der Vergabe und möglichst noch vor der Ausschreibung – Systemvergleiche durchgeführt werden, um eine weitgehend objektive Rangfolge der zur Verfügung stehenden Varianten sicherzustellen. Eine umfassende Darstellung der Kostenvergleichsrechnung geben die "Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien)" der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 10/2004; www.lawa.de).

Die KVR-Leitlinien zeigen die benötigten Rechentechniken sowie die wesentlichen Kalkulationsgrundlagen auf und schematisieren den Berechnungsablauf. Es handelt sich dabei um ein dynamisches Verfahren, bei dem der zeitlich unterschiedliche Anfall der Kosten durch Auf- und Abzinsung berücksichtigt wird. Im Vorfeld einer Kostenvergleichsrechnung sind die Ziele der bevorstehenden Sanierungs- oder Entwicklungsmaßnahme und die zur Verfügung stehenden Verfahrensalternativen zur Zielerreichung auszuarbeiten (z. B. Pump-and-Treat vs. Reaktives System). Maßnahmenvarianten mit unterschiedlichem Nutzen sind nicht nur hinsichtlich der Kosten zu vergleichen, sondern auch hinsichtlich des unterschiedlichen Nutzens zu bewerten. Die eigentliche Kostenvergleichsrechnung läuft dann in 5 grundsätzlichen Stufen ab:

1. Kostenermittlung:
für jede in die Untersuchung einzubeziehende Variante sind alle im konkreten Einzelfall entscheidungsrelevanten Budgets und Kostenarten zu erfassen und die entsprechenden Kosten ihrer Größe nach zu ermitteln.
2. Finanzmathematische Aufbereitung:
Zeitliche Wichtung der Kosten zu Zwecken des Wertvergleichs. Hiermit werden Alternativen mit unterschiedlichen Kostenstrukturen (z. B. Dekontaminationsmaßnahmen mit hohen Investitions- und geringen Betriebskosten im Vergleich zu Sicherungs- / Monitoringmaßnahmen mit niedrigen Investitions- und hohen Betriebskosten) vergleichbar gemacht.
3. Kostengegenüberstellung zum Vergleich der Alternativen.
4. Empfindlichkeitsprüfung und Ermittlung kritischer Werte:
Die ermittelten Kosten sind insbesondere bei langlebigen Maßnahmen mit Unsicherheiten behaftet. Im Rahmen dieses Schritts sind deshalb die Eingangsdaten um kritische Beträge zu ändern und die Stabilität der kostengünstigsten Lösung zu prüfen.
5. Gesamtbeurteilung und Projektvorschlag.

In der nachfolgenden Tabelle sind generelle Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit Altlasten und Flächenentwicklungsmaßnahmen, damit verbundene Anwendungsmöglichkeiten und Beispiele für die praktische Anwendung des *Leistungsbuchs Altlasten & Flächenentwicklung* im Zusammenhang mit dem Vollzug der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) dargestellt.

Aufgabenstellung	Anwendungsmöglichkeiten	Beispiele für die praktische Anwendung
In frühen Planungsphasen für: Kostenschätzungen Wertermittlungen Investitionsentscheidungen	Darstellung der Grundlagen einer Kostenschätzung Systematisierung und Beschreibung von raum- und flächenbezogenen Kostenkennzahlen in Verbindung mit objektigen Merkmalen (analog DIN 277) Zusammenfassung von Kostengruppen Schlussfolgerungen zu Grundlagen und Ergebnissen der Kostenschätzung	Erstellung einer detaillierten Kostenschätzung für Sanierungsszenarien im Rahmen der Sanierungsuntersuchung nach BBodSchV Prüfung der Kostenschätzungen durch die Behörde Grundlage zur Ermittlung des Honorars von Planungsleistungen nach HOAI Finanzplanung der Haushaltsmittel für Maßnahmen der Behörden Ordnungsbehördliche Tätigkeiten, u.a. - o Aufwandsermittlung - o Prüfung der Verhältnismäßigkeit - o Festsetzung von Zwangsmitteln Anmeldung zur Förderung von Landesmitteln durch die Behörde
In fortgeschrittenen Planungsphasen für die: Aufstellung der Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis oder Leistungsprogramm Kostenberechnung Kostenverursachung Kostenbeeinflussung Kostensteuerung in der Maßnahmenplanung	Klassifizierung und Zuordnung von Leistungen mittels: - o Unterscheidung nach Art, Zweck, und Ort der Leistung - o Haupt-, Hilfs- und sonstige Leistungen - o Eigenständigkeit von Leistungen - o Leistungsverflechtungen - o Leistungszuordnung Darlegung der Methodik der Kostenberechnung Beschreibung der Ursache-Wirkungsbereiche in den Kosten mittels Kostenanalyse in mehreren Planungsebenen Darlegung der Kostenverursachung und Kostenbeeinflussung Vergleichende Kostenberechnung zur Kostensteuerung Ermittlung des Einflusses des Bauentwurfs auf die Baukosten	Erstellung einer Kostenberechnung im Rahmen der Sanierungsplanung bzw. des Sanierungsplanes nach BBodSchV Prüfung der Kostenberechnungen durch die Behörde Grundlage zur Ermittlung des Honorars von Planungsleistungen nach HOAI Ausschreibung von Leistungen für Flächenentwicklungen / Altlastensanierungen
Kostencontrollings Kostenanschlag und Kostenfeststellung in Bauvorbereitung und Bauausführung	Beschreibung von Kosten und Leistungen auf dem Weg zum Kostenanschlag mittels Leistungsbegriff und Leistungsbeschreibung nach VOB (Leistungsverzeichnis, Leistungsprogramm) Kostencontrolling in der Bauausführung / Bauüberwachung (Einfluss der Ausschreibung sowie der Preis- und Vertragsart bei öffentlichen und privaten Auftraggebern auf das Budget) Kostenfeststellung und Dokumentation der Baukosten mittels: - o Feststellung der Maßnahmenkosten (je nach geltender Vertragsform) - o Kostenfeststellung nach Kostengruppen - o Kostenkennwerten - o Liquiditätsplanung	

Aufgabenstellung	Anwendungsmöglichkeiten	Beispiele für die praktische Anwendung
Kostenvergleichsrechnung	Systematisierung der bewertungsrelevanten Kosten Ermittlung der Kostenbarwerte und Jahreskosten für mehrjährige Sanierungsvorhaben Kostengegenüberstellung Unterstützung der Sensitivitätsanalyse	Kostenvergleichsrechnung im Rahmen der Sanierungsuntersuchung nach BBodSchV
Kostenwirksamkeitsanalyse und Nutzen-Kosten-Untersuchung	Hinweise zur Nutzenermittlung Indikatoren Kostenbarwerte Nutzen-Kostenvergleich	Kostenwirksamkeitsanalyse und Nutzen-Kosten-Untersuchung im Rahmen der Sanierungsuntersuchung nach BBodSchV

0.2 Informations- und Datenermittlung im Rahmen der Erstellung des Leistungsbuchs

Um die Projektkalkulationen mit Marktpreisen zu hinterlegen, wurden Leistungsverzeichnisse abgeschlossener und laufender Baumaßnahmen, Auskünfte und Angebote von Sanierungsanbietern, sowie die Kostenfeststellungen aus abgeschlossenen Sanierungsfällen bundesweit recherchiert. Für die Einzelgewerke wurden Kostenansätze mit ihren wichtigsten Kosteneinflussfaktoren zusammengefasst.

Zur fachlichen Beratung und zur Unterstützung der erforderlichen Informations- und Datenrecherche wurde ein länderübergreifender, projektbegleitender Arbeitskreis eingerichtet. Beteiligt waren Vertreter von Bundes- und Landesbehörden, Kommunen, Sanierungs- und Entwicklungsgesellschaften sowie privaten Unternehmen. Mitglied des Arbeitskreises war auch die Oberfinanzdirektion Hannover als Leitstelle des Bundes für Boden- und Grundwasserschutz. Im Rahmen der Recherche von abgeschlossenen Altlasten- und Flächenentwicklungsmaßnahmen wurden 961 Behörden, Verbände, Unternehmen und Ingenieurbüros kontaktiert. Seitens der angefragten Institutionen wurden 568 abgeschlossene Baumaßnahmen der Jahre 2001 bis 2004 mit insgesamt 1770 einzelnen Bietern zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Dabei wurden allein seitens des projektbegleitenden Arbeitskreises und der über die OFD Hannover beteiligten staatlichen Bauverwaltungen 419 altlastenrelevante Fälle mit 1254 Bietern beigebracht. Die Auswertung der Leistungsverzeichnisse erfolgte in anonymisierter Form, d.h. ohne Registrierung von Auftraggeber und Bieter.

0.3 Aufbau und Benutzungshinweise

Das *Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung* strebt in seiner Systematik eine möglichst hohe Konformität zur VOB an und orientiert sich – soweit möglich – inhaltlich und fachlich an den Standardleistungsbüchern (StLB) für das Bauwesen¹⁾. Da ein Großteil sanierungsrelevanter Leistungen Bauleistungen herkömmlicher Art und die StLBER Ausschreibungshilfen der öffentlichen Bauverwaltung sind, wurde hier Wert auf größtmögliche Übereinstimmung gelegt.

Die Beschreibung der Leistungsbereiche erfolgt im wesentlichen 3-geteilt.

¹⁾

aufgestellt vom Gemeinsamen Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB; Geschäftsführung beim Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau) in Verbindung mit dem Deutschen Vergütungsausschuss für Bauleistungen (DVA) und dem DIN als Herausgeber.

0.3.1 Technische und rechtliche Kurzbeschreibung

Im Eingangskapitel werden die Inhalte und Planungsgrundlagen jedes Leistungsbereiches mit Hinweis auf relevante Regelwerke und Gesetzestexte zusammenfassend dargestellt.

0.3.2 Leistungsbeschreibung mit Kostenansatz

Zur anschließenden orientierenden Kostenschätzung wurden für ausgewählte Leistungsbereiche *Kostenmodule* abgeleitet. Das Kostenmodul stellt einen Modellansatz zur überschlägigen Kostenermittlung auf der Grundlage weniger Kenngrößen dar. Mit Hilfe der Kostenmodule ist eine Kostenschätzung auch für Anwendungsfälle möglich, für die die notwendigen Detailangaben zu Massen / Mengen / Stoffinventar o.ä. zur Kalkulation von Einzelpositionen nicht vorliegen. Durch Zusammenführen der Kostenermittlungen mittels der Module können die Kosten der Gesamtmaßnahme größenordnungsmäßig kalkuliert werden.

Eine detaillierte Kostenschätzung wird mit Hilfe der *Leistungsregister* durchgeführt. Für einige Leistungsbereiche sind Module aufgrund der spezifischen Kostenstruktur nicht ableitbar. Sie ermöglichen lediglich eine überschlägige Abschätzung von Kosten. Ein Leistungsregister enthält die wichtigsten Positionen des jeweiligen Leistungsbereiches mit Einzelpreisangaben. Das Leistungsregister dient der Vorkalkulation einzelner Gewerke. Die Anwendung der Register erfordert detaillierte Standortkenntnisse. Leistungsregister sind analog zu den Standardleistungsbüchern für das Bauwesen (StLB) strukturiert. Da ein Großteil sanierungs- und flächenentwicklungsrelevanter Leistungen Bauleistungen herkömmlicher Art darstellen, wurde hier eine größtmögliche Konformität mit den Kalkulationsbedürfnissen des konventionellen Bauwesens angestrebt. Die Leistungsregister des *Leistungsbuches Altlasten & Flächenentwicklung 2004 / 2005* wurden entsprechend der vorhandenen Datengrundlage aktualisiert und erweitert. Für einzelne Positionen, für die keine aktuellen Kosten recherchiert werden konnten, wurden die Einzelpreise des *Leistungsbuches Altlasten & Flächenentwicklung 1997 / 1998* übernommen. Diese „alten“ Preise sind durch Kleindruck und * optisch hervorgehoben. Bei der Anwendung der Leistungsregister ist zu beachten, dass die als „alte“ Preise markierten Daten aufgrund der Marktentwicklung zumeist überhöhte Kostenansätze darstellen. Für Leistungsbereiche, die derzeit noch nicht dem Stand der Sanierungstechnik entsprechen (wie z. B. Elektrokinetik, Reaktive Systeme) und für die keine auswertbaren Kostenangaben vorlagen, wurden keine Leistungsregister erstellt.

Leistungsbeschreibungen erfolgen durch einen 6-ziffrigen Code. Die ersten 4 Ziffern besitzen systematischen Charakter: mit den ersten 2 Ziffern wird der Leistungsbereich gekennzeichnet; die 3. und 4. Ziffer dienen der weitergehenden Gliederung des Leistungsregisters in Titel. Die letzten beiden Ziffern beschreiben die eigentliche Leistung.

Beispiel:

<i>Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung</i> Verzeichnis-Nr. 30-00-00		
BODENAUSHUB, ERDARBEITEN, SEPARIERUNG		
Leistungsbereich: 30- Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung	Titel: 02- Oberbodenarbeiten	Leistung: 01 Oberboden (DIN 18 300) abtragen; im Baustellenbereich in Mieten aufsetzen

Die angegebenen Einheitspreise verstehen sich als fertige Leistungen einschließlich der Kosten für Lohn und Material exklusive der Mehrwertsteuer. Die Preise stammen im wesentlichen aus Baumaßnahmen der Jahre 2001 bis 2004. Alle Preise wurden gründlich recherchiert; allerdings muss dem Anwender bewusst sein, dass eine Reihe standortspezifischer Rahmenbedingungen die Kostenansätze nach oben oder unten verändern können.

Unter anderem können die folgenden Kosteneinflussparameter variierend wirken:

- kostenerhöhende Einflussparameter
 - ☉-1 kleine Mengen in Umfang und Bauvolumen
 - ☉-2 komplizierte Sanierungsrandbedingungen
 - ☉-3 Koordination konkurrierender Gewerke
 - ☉-4 Vorgabe kurzer Bauzeiten
 - ☉-5 hohe Auslastung der Bieter
 - ☉-6 Ballungszentren und deren Randbereiche
 - ☉-7 Innenstadtlagen mit erschwertem Baustellenzugang
 - ☉-8 regionale / lokale Andienungspflichten an Verwertungs- bzw. Entsorgungseinrichtungen
 - ☉-9 öffentliche Forderungen
 - ☉-10 Planungsmängel
- kostenreduzierende Einflussparameter
 - ☉-1 große Mengen gleicher Leistungen (z. B. im Rahmen von Großsanierungsprojekten)
 - ☉-2 einfache Sanierungsrandbedingungen
 - ☉-3 geringe Auslastung der Bieter
 - ☉-4 strukturschwache und stark ländliche Gebiete
 - ☉-5 nachtragsfeste Planung und Vertragsgestaltung

Für einzelne Leistungspositionen werden Kostenspannen (von - bis) und ein Durchschnittspreis (Ø) angegeben. Dabei geben die Durchschnittspreise nicht das arithmetische Mittel aus Höchst- und Niedrigstpreis, sondern einen gestützten Mittelwert der Datenbank (unter Ausblendung der Höchst- und Niedrigstpreise) über die Summe aller jeweils recherchierten Preise für eine Leistung wieder. Zur Abschätzung der Datenqualität wird die Anzahl der zugrunde liegenden Leistungspositionen vergleichbarer Maßnahmen dem Kostenansatz nachgestellt.

Sollten einige der oben angeführten Kosteneinflussparameter für das zu kalkulierende Bauprojekt besonders wirksam sein, so sind die Durchschnittspreise - entsprechend dem Gewicht und der Anzahl der in Betracht zu ziehenden Einflussparameter – für den kalkulatorischen Ansatz nach oben oder nach unten zu verändern. Bei einigen Leistungspositionen gibt das *Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung* bereits einen oder mehrere preisverändernde Einflussparameter vor. Diese wurden ermittelt nach:

- Rabattstaffelungen bei zunehmenden Mengen gleicher Leistung;
- Angaben über den Arbeitszeitbedarf für die Ausführung der jeweiligen Teilleistung in den entsprechenden Leistungspositionen (z. B. Zunahme des Arbeitszeitbedarfs für Erdarbeiten bei höheren Bodenklassen oder zunehmenden Aushubtiefen). Sie sind abgeleitet nach den Arbeits-Richtwerten für Bauarbeiten. Deren Leistungsgrundlage ist eine als „Normalleistung“ definierte Leistung, die von jedem ausreichend geübten Arbeitnehmer nach Einarbeitung und voller Übung ohne Gesundheitsschädigung auf Dauer erreicht oder erwartet werden kann;
- den Kosten der Leistungsgeräte; diese sind den Einzelkosten einer Teilleistung zuzurechnen. Sie setzen sich zusammen aus dem Arbeitszeitbedarf für die Gerätebereitstellung, dem Betriebsstoffverbrauch, der Leistung der Baugeräte (z. B. Baggerspiele / h) und den Gerätevorhaltekosten (Abschreibung und Verzinsung, Reparaturkosten, Reparaturlöhne, Vorhaltekosten / Monat, Berechnungen an Dritte, Wagnis und Gewinn).

Die Kosteneinflussgrößen sind den kalkulatorischen Durchschnittspreisen in *Kursivschrift* nachgestellt. Sie fungieren als Faktor, der einer prozentualen Veränderung des Grundpreises nach oben oder unten entspricht. Bei der Kalkulation der jeweiligen Positionen sind sie als *Multiplikator* auf den Durchschnittspreis anzuwenden. Sofern die Kosten einer Leistung durch mehrere Einflussgrößen bestimmt werden, so sind die maßgeblichen Faktoren der jeweiligen Einflussgrößen nacheinander mit dem Grundpreis zu multiplizieren:

Beispiel: LB-Pos. 30-02-01 „Boden lösen, laden und seitlich lagern“ (Kap.6.3):

$\text{Kosten}_{\text{LB30-02-01}} = \textbf{Grundpreis} \otimes f[\text{Baugrubenbedingungen}] \otimes f[\text{Aushubvolumen}] \otimes f[\text{Aushubtiefe}]$ $\otimes f[\text{Bodenklasse}] \otimes \text{ggf. } f[\text{gesonderte Separierung}]$

0.3.3 Weiterführende Literaturangaben und Internetverweise

Für jeden Leistungsbereich finden sich weiterführende Planungsgrundlagen zur inhaltlichen Vertiefung in einem eigenständigen Kapitel. Die Literaturangaben stellen dabei lediglich eine Auswahl dar.

0.3.4 Anwendungshinweise

Das Leistungsbuch behandelt umfangreiche Leistungsbilder verschiedener Fachdisziplinen der HOAI und VOB für das gesamte Feld der Infrastrukturentwicklung. Es soll und kann keine fundierte Ingenieurplanung ersetzen, sondern diese nur unterstützen. Im Zweifelsfall muss immer die Hinzuziehung eines Fachplaners mit persönlicher Referenz im betrachteten Leistungsbereich erfolgen.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Kostendaten für Positionen, die eine Vielzahl an Einzelleistungen beinhalten (z. B. Baustelleneinrichtung) eine eingeschränkte Aussagekraft haben, da die kostenbestimmenden Randbedingungen zumeist nicht bekannt sind.

Alle Preise besitzen Schätzungscharakter. Sie sind im Einzelfall sorgfältig auf Relevanz zu überprüfen und dürfen nicht als wettbewerbsbeschränkende Preisempfehlung genutzt werden!

1 Planung, Überwachung, Dokumentation

1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Entwicklung kontaminierter Flächen geht häufig über eine einfache Sanierung von schädlichen Boden- oder Grundwasserveränderungen hinaus. Zunehmend stehen integrierte Konzepte aus Sanierung und Baureifmachung unter Einbeziehung der Folgenutzung im Mittelpunkt der Planungsüberlegungen. Dafür werden wesentliche Planungsleistungsbilder und Honorierungsfragen bei der Flächenentwicklung bereits in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) geregelt (Fassung 2002). Dies gilt insbesondere für

- Leistungen bei Gebäuden, Freianlagen und raumbildenden Ausbauten (Teil II);
- Gutachten und Wertermittlung (Teil IV);
- Landschaftsplanerische Leistungen (Teil VI);
- Leistungen bei Ingenieurbauwerken und Verkehrsanlagen (Teil VII);
- Leistungen bei der Tragwerksplanung (Teil VIII);
- Leistungen für Bodenmechanik, Erd- und Grundbau (Teil XII);
- Vermessungstechnische Leistungen (Teil XIII).

Nachstehend angeführte Leistungsbilder mit inhaltlichen Anteilen an der Gesamtaufgabe sind im Regelfall im Zuge einer Sanierungsplanung und -überwachung zu erbringen. Die Aufstellung erfolgt auf der Grundlage der Leistungsbilder des § 55 HOAI, der AHO-Fachkommission Altlasten vom März 1996; sowie der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom Juli 1999.

Der Leistungsbereich lässt sich gliedern in die Leistungsbilder der:

- Sanierungsplanung und -überwachung (LB 01-01-00)
- Fachgutachterliche Begleitung (LB 01-02-00)
- Sanierungsoberleitung und Dokumentation (LB 01-03-00)

Die zuständige Behörde kann unter den in § 13 BBodSchG genannten Voraussetzungen die Erstellung eines Sanierungsplans verlangen. Die Anforderungen an den Inhalt des Sanierungsplans werden im Anhang 3 der BBodSchV genannt. Im Sanierungsplan ist das zu realisierende Sanierungskonzept darzustellen. Er kann nach Maßgabe der Behördenentscheidung Bestandteil eines Sanierungsvertrages nach § 13 Abs. 4 BBodSchG werden. Unter Berücksichtigung der Flächengröße der Altlast, der Art und Konzentration der Schadstoffe, der Bedeutung der Schutzgüter und der vorgesehenen Maßnahmen richten sich Umfang und Detaillierungsgrad des Sanierungsplanes nach den Gegebenheiten des Einzelfalls.

Die zuständige Behörde kann zudem verlangen, dass Sanierungsuntersuchungen oder Sanierungspläne von einem Sachverständigen nach § 18 BBodSchG durchgeführt bzw. erstellt werden. Die Verordnung über Sachverständige für Bodenschutz und Altlasten (SV-BodAltI VO NRW) definiert die Anforderungen an die Sachkunde von Sachverständigen und deren Zulassung.

1.1.1 Leistungsbild für die Sanierungsplanung und Überwachung

LB-AF Nr.

01-01-00 Sanierungsplanung und -überwachung

unter Berücksichtigung der inhaltlichen Anforderungen an den Sanierungsplan gemäß Bodenschutz- und Altlastenverordnung des Bundes in der Fassung vom 1. März 1999

Pos.	Leistungsphase	
01-01-01	Grundlagenermittlung (Zusammenfassung der vorliegenden Untersuchungen, Begutachtungen und Entscheidungen)	
	1.1 Klären der Aufgabenstellung	1.3 Darstellung und Wertung der Ergebnisse aus der Sanierungsuntersuchung
	1.2 Formulierung von Entscheidungshilfen für die Auswahl anderer fachlich Beteiligter	
01-01-02	Fortschreiben der Sanierungsvorplanung	
	2.1 Fortschreiben des Planungskonzeptes im Hinblick auf Aktualität und Zielvorstellungen; Überarbeiten nach Anregungen und Bedenken des AG	2.4 Planen der Nachsorge bzw. Langzeitüberwachung
	2.2 Erarbeiten eines begleitenden Beprobungskonzeptes einschließlich Planung der Erfolgs- und Abnahmekontrollen	2.5 Überprüfen der Kostenberechnung
	2.3 Erarbeitung und Darstellung des Arbeitsverfahrens und Darlegung der Notwendigkeit eines Arbeits- und Sicherheitsplans	
01-01-03	Entwurfsplanung	
	3.1 Durcharbeiten des Planungskonzeptes unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen; Verwendung der Beiträge a. d. Planung fachlich Beteiligter	3.7 Verhandeln mit Behörden und anderen an der Planung fachlich Beteiligten über die Genehmigungsfähigkeit
	3.2 Erläuterungsbericht	3.8 Einmaliges Mitwirken beim Erläutern des vorläufigen Entwurfs gegenüber Bürgern und politischen Gremien
	3.3 Fachspezifische Berechnungen, soweit nicht außerhalb von Teil VII der HOAI geregelt bzw. soweit keine Verkehrsanlagen nach §51 Abs.2 HOAI	3.9 Einmaliges Überarbeiten des vorläufigen Entwurfs aufgrund von Anregungen und Bedenken
	3.4 Zeichnerische Darstellung des Gesamtentwurfes	3.10 Überprüfen der Kostenberechnung
	3.5 Finanzierungs- und Kostenplan; Ermittlung und Begründung der zuwendungsfähigen Kosten; Vorbereiten der Anträge auf Finanzierung	3.11 Zusammenfassen aller Entwurfsunterlagen
	3.6 Aufstellen d. Arbeits- und Sicherheitsplans nach BGR 128 (s. LB 03-00-00)	
01-01-04	Genehmigungsplanung	
	4.1 Erarbeiten der Unterlagen inkl. Beschreibung und Berechnungen für die erforderlichen öffentlich-rechtlichen Verfahren einschließlich der Anträge auf Ausnahmen und Befreiungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachliche Beteiligter	4.5 Vervollständigen und Anpassen der Planungsunterlagen
	4.2 Einreichen dieser Unterlagen	4.6 Mitwirken beim einmaligen Erläutern gegenüber Bürgern

Pos.	Leistungsphase	
01-01-05	4.3	Grunderwerbsplan und Grunderwerbsverzeichnis
	4.4	Verhandeln mit Behörden
	Ausführungsplanung	
	5.1	Durcharbeiten der Ergebnisse der Leistungsphasen 3 bis 4 unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen und Integrieren der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter bis zur ausführungsreifen Lösung
01-01-06	5.2	Zeichnerisches und rechnerisches Darstellen der Sanierung mit allen für das Ausführen notwendigen Einzelangaben einschließlich Detailzeichnungen in den erforderlichen Maßstäben
	Vorbereitung der Vergabe	
	6.1	Fortschreiben des Arbeits- und Sicherheitsplanes (s. LB 03-00-00)
	6.2	Ermitteln und Aufgliedern der Mengen nach Einzelpositionen
01-01-07	6.3	Vorbereitung der Entsorgung anfallender Reststoffe
	Mitwirkung bei der Vergabe	
	7.1	Zusammenstellung der Verdingungsunterlagen für alle Leistungsbereiche
	7.2	Einholung v. Angeboten
01-01-08	7.3	Prüfung und Wertung der Angebote und Aufstellung eines Preisspiegels
	7.4	Abstimmen und Zusammenstellen der Beratungsleistungen der fachlich Beteiligten, die an der Vergabe mitwirken
	Überwachung und Dokumentation	
	8.1	Überwachen und Dokumentieren der Ausführung der ausgeschriebenen Leistungen im Hinblick auf Übereinstimmung mit den zur Ausführung genehmigten Unterlagen, dem Bauvertrag sowie den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den einschlägigen Vorschriften
	8.2	Abstecken der Hauptachsen des Sanierungsobjekts von objektnahen Festpunkten; Herstellen von Höhenfestpunkten im Sanierungsbereich, soweit Leistungen nicht mit besonderen instrumentellen und vermessungstechnischen Verfahrensanordnungen erbracht werden müssen; Sanierungsbereich örtlich kennzeichnen
	8.3	Führen eines Bautagebuches
	8.4	Gemeinsames Aufmaß mit den ausführenden Unternehmen
	8.5	Inverzugsetzen der ausführenden Unternehmen
	4.7	Mitwirkung im Planfeststellungsverfahren einschließlich einmaliger Teilnahme an Erörterungsterminen sowie Mitwirken beim einmaligen Abfassen der Stellungnahmen zu Bedenken und Anregungen
	5.3	Fortschreiben der Ausführungsplanung während der Sanierung
	6.4	Vorbereiten der Entsorgungs- und Verwertungsnachweise
	6.5	Aufstellen der Verdingungsunterlagen, insbesondere Anfertigen der Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnissen und der Besonderen und Zusätzlichen Vertragsbedingungen für die auszusprechenden VOB- und VOL-Leistungen
	6.6	Festlegung der wesentlichen Ausführungsphasen
	7.5	Mitwirken bei Verhandlungen mit Bietern
	7.6	Fortschreiben der Kostenberechnung
	7.7	Mitwirkung bei der Auftragserteilung
	7.8	Prüfen und Werten von Nebenangeboten und Änderungsvorschlägen
	8.6	Mitwirkung bei der Abnahme von Leistungen und Lieferungen
	8.7	Rechnungsprüfung
	8.8	Mitwirkung bei behördlichen Abnahmen
	8.9	Mitwirken beim Überwachen der Prüfungen der Funktionsfähigkeit der Anlagenteile und der Gesamtanlage
	8.10	Überwachen der Beseitigung der bei der Abnahme von Leistungen festgestellten Mängel

1.1.2 Leistungsbild für die fachgutachterliche Begleitung

LB-AF Nr..

01-02-00 Fachgutachterliche Begleitung

Pos.	Leistungsphase	
01-02-01	Fachgutachterliche Begleitung	
1.1	Sichten und Bewerten der für die fachgutachterliche Begleitung erforderlichen Unterlagen	1.3 Aufzeigen von Abweichungen von Zielvorgaben, Entwickeln, Vorschlagen und Abstimmen von Anpassungsmaßnahmen
1.2	Regelmäßiges Überwachen und Auswerten der Sanierung und Dokumentieren des Sanierungserfolges	

1.1.3 Leistungsbild für die Oberleitung und Dokumentation

LB-AF Nr.

01-03-00 Oberleitung und Dokumentation

Pos.	Leistungsphase	
01-03-01	Oberleitung	
1.1	Aufsicht über die örtliche Überwachung der Sanierung, Koordinieren der an der Objektüberwachung fachlich Beteiligten, insbesondere Prüfen auf Übereinstimmung und Freigeben von Plänen Dritter	1.6 Überwachen der Prüfungen der Funktionsfähigkeit der Anlagenteile und der Gesamtanlage
1.2	Aufstellen, Überwachen und Fortschreiben eines Zeitplanes	1.7 Auflisten der Verjährungsfristen der Gewährleistungsansprüche
1.3	Abnahme von Leistungen unter Mitwirkung der Überwachung der Sanierung und anderer fachlich Beteiligter unter Anfertigen einer Niederschrift über das Ergebnis der Abnahme	1.8 Kostenfeststellung
1.4	Antrag auf behördliche Abnahme u. Teilnahme daran	1.9 Kostenkontrolle
1.5	Fortschreiben der Nachsorgeplanung für die Sanierung	
01-03-02	Zusammenfassende Dokumentation	
2.1	Objektbegehung und Feststellen der Mängel vor Ablauf der Verjährungsfristen der Gewährleistungsansprüche gegenüber den ausführenden Unternehmen	2.4 Systematisches Zusammenstellen der zeichn. Darstellung und rechnerischen Ergebnisse d. Objektes inkl. Abschlussbericht
2.2	Überwachen der Beseitigung von Mängeln, die innerhalb der Verjährungsfristen auftreten	2.5 Zusammenstellen und Darstellen der Ergebnisse der begleitenden Beprobung
2.3	Mitwirkung bei der Freigabe von Sicherheitsleistungen	2.6 Nachsorge- bzw. Langzeitüberwachungskonzept mit Zeitplan

1.2 Kostenermittlung

Bei allen öffentlichen Auftraggebern hat die Honorierung von Ingenieur- und Planungsleistungen, die in der HOAI erfasst sind, nach HOAI zu erfolgen. In der Objektliste des Teil VII § 54 der HOAI sind Altlastensanierungsmaßnahmen insbesondere die Abdichtung von Altablagerungen und einfache oder komplexe Grundwasserdekontaminationsmaßnahmen bereits enthalten. Die Honorierung der hierfür erforderlichen Ingenieur- und Planungsleistungen hat gemäß den Honorartafeln § 56 HOAI und der prozentualen Vergütungsregelung der örtlichen Bauüberwachung nach § 57 HOAI zu erfolgen.

Nicht enthalten sind die fachgutachterliche Begleitung insbesondere Öffentlichkeitsarbeit, Sicherheitsplanung, Koordinatortätigkeit, Dokumentation und Erstellung eines Sanierungsplanes. Die Vergütung dieser fachgutachterlichen Leistungen hat gemäß § 33 der HOAI als Besondere Leistungen als Zeithonorar nach § 6 HOAI zu erfolgen.

Die Erstellung des Sanierungsplanes ist weitgehend mit den Leistungen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung identisch, so dass hierfür keine wesentlichen Mehrkosten anfallen.

Bei allen Leistungen, die nach HOAI zu erfassen sind, ist auf Grund der anrechenbaren Kosten entsprechend der Bezugskosten (Nettokosten) eine exakte Vorkalkulation der zu erwartenden Kosten für Ingenieurleistungen bei der Sanierungsplanung und Durchführung möglich. Die Kosten der anteiligen fachgutachterlichen Begleitung sind nach Aufwand und Zeithonorar abzuschätzen. Da diese bei kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen nur einen kleinen Teil der freiberuflichen Leistungen betreffen, ist eine Abschätzung der Gesamtvergütung mit hinreichender Sicherheit möglich.

Eine Kostenschätzung auf Grundlage des Honorarvorschlages der AHO-Fachkommission für die v. g. Leistungsbilder wird als unangemessen hoch angesehen. Die im Jahre 1996 gemeinsam mit diesen Leistungsbildern vorgeschlagene Vergütungsregelung ist nicht verbindlich in die HOAI übernommen worden und findet in der Praxis keine Anwendung.

1.2.1 Kostenschätzung von Ingenieur- und Gutachterleistungen auf Grundlage der anrechenbaren Kosten

Unter den anrechenbaren Kosten (Bezugskosten) für den gesamten Leistungsbereich "Ingenieurleistungen" (einschließlich der Teilleistungen Ausführungsplanung, Begleitung der Vergabe, Örtliche Bauüberwachung, Beteiligung anderer Fachgutachter, Dokumentation) werden die Summe der Einzelkosten der Kernleistung, der vorbereitenden und verfahrensbegleitenden Leistungen, sowie der Folgeleistungen mit Ausnahme der Langzeitüberwachung verstanden.

Ausführungsgrad und Umfang der notwendigen Leistungen bei der Sanierungsplanung und Überwachung steigen mit der Komplexität der erforderlichen Sanierungsmaßnahme. Je größer die Anzahl der sanierungsbedürftigen Umweltkompartimente ist und je schwieriger sich die Situation aus bautechnischer Sicht darstellt, desto umfangreicher gestalten sich auch die damit verbundenen Planungsaufgaben. Abhängig von der Größenordnung der anstehenden Bauleistungen werden zur Festlegung und Honorierung des Planungsumfangs von Planungsaufgaben zonare Staffellungen vorgenommen. Die Honorarzonen ergeben sich anhand der nachfolgenden Beispiele:

1. Honorarzone I: Sanierungsmaßnahmen mit sehr geringen Planungsanforderungen;
z. B.: einfache Bodenaustauschmaßnahmen oder der Abbruch kontaminierter Bauwerksteile ohne besondere Anforderungen,
2. Honorarzone II: Sanierungsmaßnahmen mit geringen Planungsanforderungen;
z. B.: einfache Sanierungsmaßnahmen für Boden und Grundwasser ohne nachgeschaltete Reinigungstechnik, einfache Bodenluftabsaugungen, einfache Sicherungsmaßnahmen, Bodenaustauschmaßnahmen mit Zuführung zu einer Bodenreinigung ohne Baugrubensicherung,
3. Honorarzone III: Sanierungsmaßnahmen mit durchschnittlichen Planungsanforderungen;
z. B.: Grundwassersanierungen mit einer Reinigungsstufe, Bodenluftabsaugungen mit hohem technischen Aufwand, Bodenaustausch mit abgestufter nachgeschalteter Reinigung und Entsorgungswegen oder Baugrubensicherung,
4. Honorarzone IV: Sanierungsmaßnahmen mit überdurchschnittlichen Planungsanforderungen;
z. B.: Grundwassersanierungen mit mehrstufigen Reinigungsanlagen; Grundwassersanierung mit Reinigung und Wiederversickerung, Kombination von Boden-, Grundwasser- und Bauwerkssanierungstechniken herkömmlicher Art oder Sanierung einzelner Umweltkompartimente mit hohen technischen Anforderungen (bzw. Arbeits- und Emissionsschutz),
5. Honorarzone V: Sanierungsmaßnahmen mit sehr hohen Planungsanforderungen;
z. B.: Boden-, Grund- / Oberflächenwasser- und Bauwerks- Verbundsanierungen durch Kombination vieler Einzelsanierungstechniken, Sanierung einzelner Umweltkompartimente mit sehr hohen technischen Anforderungen oder Pilotversuchen und Sanierungen mit innovativen Techniken.

Bei der Ermittlung der anrechenbaren Kosten (gem. DIN 276) für die Erstellung des Sanierungsplanes (entsprechend der HOAI-Phase 1: "Grundlagenermittlung" bis Phase 4: "Genehmigungsplanung") ist zu beachten, dass hierfür die Kosten der Behandlung / Entsorgung von verunreinigten Böden in der Regel nicht als anrechenbare Kosten einzustufen sind. Zur Kostenabschätzung für die Erstellung eines Sanierungsplanes ohne die weiterführenden Planungsphasen werden hilfsweise die prozentualen Anteile der Phasen 1 - 4 angesetzt.

Für die Leistungsbilder 01-01-00 bis 01-03-00 existieren bislang noch keine verbindlichen Honorartafeln. Deshalb werden die Kosten für den gesamten Leistungsbereich "Gutachter- und Planungsleistungen" hilfsweise zusammengefasst anhand der nachstehenden gemeinsamen Honorartafel abgeschätzt. Die Kosten für Teilleistungen können im Bedarfsfall über prozentuale Anteile an den Leistungsbildern herausgerechnet werden.

LEISTUNGSBEREICH 01-00-00		PLANUNG, ÜBERWACHUNG, DOKUMENTATION			
BEZUGSKOSTEN					
$\text{Bezugskosten}^* = \text{Kosten LB}_{\text{KLi}(\Sigma 30-00-00 \text{ bis } 74-00-00)} [\text{€}] + \sum_{j=10-00-00}^{28-00-00} \text{Kosten MgL} [\text{€}]$ $= \text{_____} [\text{€}]$					
<i>* Bezugskosten im Sinne der "anrechenbaren Kosten" gemäß HOAI, Teil VII</i> <i>KLi = maßnahmenrelevante Kernleistung(en); bei mehreren KL die Summe aus diesen</i>					
SANIERUNGSUMFANG					
Bezugskosten bis zu [Euro]	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	Zone V
	Variable fSP				
25.000	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19
35.000	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18
50.000	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
100.000	0,07	0,09	0,11	0,12	0,13
150.000	0,06	0,08	0,10	0,11	0,12
200.000	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11
250.000	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11
350.000	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
500.000	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1.000.000	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
2.500.000	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06
5.000.000	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05
7.500.000	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
10.000.000	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
25.000.000	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
Kosten LB 01-00-00 = Bezugskosten [€] x fSP = _____ €					

1.3 Literatur

Ausschuss der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung e.V. (AHO): Untersuchungen für ein Leistungsbild und zur Honorierung für den Planungsbereich Altlasten, Schriftenreihe des AHO Nr. 8, März 1996

Fehlau, Hilger, König: Vollzugshilfe Bodenschutz und Altlastensanierung, Bodenschutz und Altlasten Band 7, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2000.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) vom 17. März 1998, BGBl. I 1998.

Verordnung zur Durchführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (Bodenschutz- und Altlastenverordnung, BBodSchV) vom 17. Juli 1999, BGBl. 36 1999.

2 Projektsteuerung

2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei komplexen Sanierungsvorhaben, die zumeist eingebunden sind in umfassende Projektentwicklungen, werden die organisatorischen und technisch-wirtschaftlichen Koordinierungsaufgaben, die Überwachung des Zusammenspiels aller Projektbeteiligten und die gleichzeitige Kontrolle von Qualität, Kosten und Terminen so umfangreich, dass diese Aufgaben aufgrund fehlender fachlicher und personeller Ausstattung durch den Auftraggeber häufig nicht mehr wahrgenommen werden können.

Die Grundleistungen der Projektsteuerung lassen sich somit als Wahrnehmung von Auftraggeberaufgaben in organisatorischer, wirtschaftlicher, technischer, und rechtlicher Hinsicht definieren. Durch den Einsatz einer Projektsteuerung sollen Transparenz bei Verantwortlichkeiten, Terminen, Kosten und Qualität gewährleistet und alle internen und externen Projektbeteiligten koordiniert werden.

Mit den "Untersuchungen zum Leistungsbild des § 31 HOAI und zur Honorierung für die Projektsteuerung" (Nr. 9 der Schriftenreihe des AHO, August 1998) veröffentlicht der AHO seinen Vorschlag zum Leistungsbild und zur Honorierung von Projektsteuerungsleistungen. In einem beigefügten Kommentar werden Art und Umfang der Grundleistungen der Projektsteuerung erläutert. Die Leistungs- und Honorarordnung für die Projektsteuerung gemäß AHO gilt für die Investitionsarten

Hochbauten gem Teil II der HOAI

Ingenieurbauwerke gem. § 51(1) der HOAI

Verkehrsanlagen gem. § 51(2) der HOAI

Anlagenbauten

Altlastensanierung inkl. Abbruch, Rückbau, Wiederverwendung und Verwertung

Die Struktur des Leistungsbildes Projektsteuerung ergibt sich aus einer Differenzierung in fünf Projektstufen

1	Projektvorbereitung	(Projektentwicklung, strategische Planung, Grundlagenermittlung)
2	Planung	(Vor-, Entwurfs-, Genehmigungsplanung)
3	Ausführungsvorbereitung	(Ausführungsplanung, Vorbereiten der Vergabe, Mitwirken bei der Vergabe)
4	Ausführung	(Projektüberwachung)
5	Projektabschluss	(Projektbetreuung, Dokumentation)

sowie nach Grundleistungen und Besonderen Leistungen. Innerhalb jeder Projektstufe werden jeweils vier Handlungsbereiche unterschieden:

- A Organisation, Information, Koordination, Dokumentation
- B Qualitäten, Quantitäten
- C Kosten
- D Termin

Die Grundleistungen der einzelnen Projektstufen werden mit prozentualen Anteilen des Gesamthonorars für die Projektsteuerung bewertet (s. Kapitel 2.2).

Da erfahrungsgemäß die Wahrnehmung von Abstimmungsterminen und Besprechungen innerhalb des Projektteams sowie mit Externen einen bedeutenden Kostenfaktor darstellt und über die Grundleistungen häufig nicht angemessen erfasst wird, kann in Abhängigkeit des Projektumfanges die Abrechnung aller Termine auf Nachweis empfehlenswert sein.

2.1.1 Leistungsbild für die Projektstufe 1 "Projektvorbereitung"

LB-AF Nr.

02-01-00 Projektvorbereitung (Projektstufe 1)

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
02-01-01	A Organisation, Information, Koordination, Dokumentation	
	1 Entwickeln, Vorschlagen und Festlegen der Projektziele und der Projektorganisation durch ein projektspezifisch zu erstellendes Organisationshandbuch	1 Mitwirken bei der betriebswirtschaftlich-organisatorischen Beratung des Auftraggebers zur Bedarfsanalyse, Projektentwicklung und Grundlagenermittlung
	2 Auswahl der zu Beteiligten und Führen von Verhandlungen	2 Besondere Abstimmungen zwischen Projektbeteiligten zur Projektorganisation
	3 Vorbereitung der Beauftragung der zu Beteiligten	3 Unterstützen der Koordination innerhalb der Gremien des Auftraggebers
	4 Laufende Information und Abstimmung mit dem Auftraggeber	4 Besondere Berichterstattung in Auftraggeber- oder sonstigen Gremien
	5 Einholen der erforderlichen Zustimmungen des Auftraggebers	
02-01-02	B Qualitäten und Quantitäten	
	1 Mitwirken bei der Erstellung der Grundlagen für das Gesamtprojekt hinsichtlich Bedarf nach Art und Umfang (Nutzerbedarfsprogramm NBP)	1 Mitwirken bei Grundstücks- und Erschließungsangelegenheiten
	2 Mitwirken beim Ermitteln des Raum-, Flächen- oder Anlagenbedarfs und der Anforderungen an Standard und Ausstattung durch das Bau- und Funktionsprogramm	2 Erarbeiten der erforderlichen Unterlagen, Abwickeln und/oder Prüfen von Ideen-, Programm- und Realisierungswettbewerben
	3 Mitwirken beim Klären der Standortfragen, Beschaffen der standortrelevanten Unterlagen, der Grundstücksbeurteilung hinsichtlich Nutzung in privatrechtlicher und öffentlich-rechtlicher Hinsicht	3 Erarbeiten von Leit- und Musterbeschreibungen, z.B. für Gutachten, Wettbewerbe etc.
	4 Herbeiführen der erforderlichen Entscheidungen des Auftraggebers	4 Prüfen der Umwelterheblichkeit und der Umweltverträglichkeit
02-01-03	C Kosten und Finanzierung	
	1 Mitwirken beim Festlegen des Rahmens für Investitionen und Baunutzungskosten	1 Überprüfen von Wertermittlungen für bebaute und unbebaute Grundstücke
	2 Mitwirken beim Ermitteln und Beantragen von Investitionsmitteln	2 Festlegen des Rahmens der Personal- und Sachkosten des Betriebs
	3 Prüfen und Freigeben von Rechnungen zur Zahlung	3 Einrichten der Projektbuchhaltung für den Mittelzufluss und die Anlagenkonten
	4 Einrichten der Projektbuchhaltung für den Mittelabfluss	
02-01-04	D Termine und Kapazitäten	
	1 Entwickeln, Vorschlagen und Festlegen des Terminrahmens	

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
2	Aufstellen / Abstimmen der Generalablaufplanung und Ableiten des Kapazitätsrahmens	

2.1.2 Leistungsbild für die Projektstufe 2 "Planung "

LB-AF Nr..

02-02-00 Planung (Projektstufe 2)

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
02-02-01	A Organisation, Information, Koordination, Dokumentation	
1	Fortschreiben des Organisationshandbuches	1 Veranlassen besonderer Abstimmungsverfahren zur Sicherung der Projektziele
2	Dokumentation der wesentlichen projektbezogenen Plandaten in einem Projekthandbuch	2 Vertreten der Planungskonzeption gegenüber der Öffentlichkeit unter besonderen Anforderungen und Zielsetzungen sowie bei mehr als 5 Erläuterungsterminen
3	Mitwirken beim Durchsetzen von Vertragspflichten gegenüber Beteiligten	3 Unterstützen beim Bearbeiten von besonderen Planungsrechtsangelegenheiten
4	Mitwirken beim Vertreten der Planungskonzeption mit bis zu 5 Erläuterungs- und Erörterungsterminen	4 Risikoanalyse
5	Mitwirken bei Genehmigungsverfahren	5 Besondere Berichterstattung in Auftraggeber- oder sonstigen Gremien
6	Laufende Information und Abstimmung mit dem Auftraggeber	
7	Einholen der erforderlichen Zustimmungen des Auftraggebers	
02-02-02	B Qualitäten und Quantitäten	
1	Überprüfen der Planungsergebnisse auf Konformität mit den vorgegebenen Projektzielen	1 Vorbereiten, Abwickeln oder Prüfen von Wettbewerben zur künstlerischen Ausgestaltung
2	Herbeiführen der erforderlichen Entscheidungen des Auftraggebers	2 Überprüfen der Planungsergebnisse durch besondere Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen
		3 Festlegen der Qualitätsstandards ohne/mit Mengen oder ohne/mit Kosten in einem Gebäude- und Raumbuch bzw. Pflichtenheft
		4 Veranlassen oder Durchführen von Sonderkontrollen der Planung
		5 Änderungsmanagement bei Einschaltung eines Generalplaners
02-03-02	C Kosten und Finanzierung	
1	Überprüfen der Kostenschätzungen und –berechnungen der Objekt- und Fachplaner sowie Veranlassen erforderlicher Anpassungsmaßnahmen	1 Kostenermittlung und –steuerung unter besonderen Anforderungen (z. B. Baunutzungskosten)
2	Zusammenstellen der voraussichtlichen Baunutzungskosten	2 Fortschreiben der Projektbuchhaltung für den Mittelzufluss und die Anlagenkonten
3	Planung von Mittelbedarf und Mittelabfluss	
4	Prüfen und Freigeben der Rechnungen zur Zahlung	

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
	5 Fortschreiben der Projektbuchhaltung für den Mittelabfluss	
02-04-02	D Termine und Kapazitäten	
	1 Aufstellen und Abstimmen der Grob- und Detailablaufplanung für die Planung	1 Ablaufsteuerung unter besonderen Anforderungen und Zielsetzungen
	2 Aufstellen und Abstimmen der Grobablaufplanung für die Ausführung	
	3 Ablaufsteuerung der Planung	
	4 Fortschreiben der General- und Grobablaufplanung für Planung und Ausführung sowie der Detailablaufplanung für die Planung	
	5 Führen und Protokollieren von Ablaufbesprechungen sowie Vorschlägen und Abstimmen von erforderlichen Anpassungsmaßnahmen	

2.1.3 Leistungsbild für die Projektstufe 3 "Ausführungsvorbereitung"

LB-AF Nr..

02-03-00 Ausführungsvorbereitung (Projektstufe 3)

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
02-03-01	A Organisation, Information, Koordination, Dokumentation	
	1 Fortschreiben des Organisationshandbuches	1 Veranlassen besonderer Abstimmungsverfahren zur Sicherung der Projektziele
	2 Fortschreiben des Projekthandbuches	2 Durchführen der Submissionen
	3 Mitwirken beim Durchsetzen von Vertragspflichten gegenüber den Beteiligten	3 Besondere Berichterstattung in Auftraggeber- oder sonstigen Gremien
	4 Laufende Information und Abstimmung mit dem Auftraggeber	
	5 Einholen der erforderlichen Zustimmungen des Auftraggebers	
02-03-02	B Qualitäten und Quantitäten	
	1 Überprüfen der Planungsergebnisse inkl. evtl. Planungsänderungen auf Konformität mit den vorgegebenen Projektzielen	1 Überprüfen der Planungsergebnisse durch besondere Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen
	2 Mitwirken beim Freigeben der Firmenliste für Ausschreibungen	2 Fortschreiben des Gebäude- und Raumbuches unter Einbeziehung des Ergebnisse der Ausführungsplanung
	3 Herbeiführen der erforderlichen Entscheidungen des Auftraggebers	3 Veranlassen oder Durchführen von Sonderkontrollen der Ausführungsvorbereitung
	4 Überprüfen der Vergabeunterlagen für die Vergabeeinheiten und Anerkennen der Versandfertigkeit	4 Versand der Ausschreibungsunterlagen
	5 Überprüfen der Angebotsauswertungen in technisch-wirtschaftlicher Hinsicht	5 Änderungsmanagement bei Einschaltung eines Generalplaners
	6 Beurteilen der unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen von Alternativangeboten auf Konformität den vorgegebenen Projektzielen	
	7 Mitwirken bei den Vergabeverhandlungen bis zur Unterschriftsreife	

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
02-03-03	C Kosten und Finanzierung	
	1 Vorgabe der Soll-Werte für Vergabeeinheiten auf der Basis der aktuellen Kostenberechnung	1 Kostenermittlung und -steuerung unter besonderen Anforderungen
	2 Überprüfen der vorliegenden Angebote im Hinblick auf die vorgegebenen Kostenziele und Beurteilung der Angemessenheit der Preise	2 Fortschreiben der Projektbuchhaltung für den Mittelzufluss und die Anlagenkonten
	3 Vorgabe der Deckungsbestätigungen für Aufträge	
	4 Überprüfen der Kostenanschläge der Objekt- und Fachplaner sowie Veranlassen erforderlicher Anpassungsmaßnahmen	
	5 Zusammenstellen der aktualisierten Baunutzungskosten	
	6 Fortschreiben der Mittelbewirtschaftung	
	7 Prüfen und Freigeben der Rechnungen zur Zahlung	
	8 Fortschreiben der Projektbuchhaltung für den Mittelabfluss	
02-03-04	D Termine und Kapazitäten	
	1 Aufstellen und Abstimmen der Steuerablaufplanung für die Ausführung	1 Ermitteln von Ablaufdaten zur Bieterbeurteilung (erforderlicher Personal-, Maschinen- und Geräteeinsatz nach Art, Umfang und zeitlicher Verteilung)
	2 Fortschreiben der General- und Grobablaufplanung für die Planung und Ausführung sowie der Steuerungsablaufplanung für die Planung	2 Ablaufsteuerung unter besonderen Anforderungen und Zielsetzungen
	3 Vorgabe der Vertragstermine und –fristen für die Besonderen Vertragsbedingungen der Ausführungs- und Lieferleistungen	
	4 Führen und Protokollieren von Ablaufbesprechungen der Ausführungsvorbereitung sowie Vorschlägen und Abstimmen von erforderlichen Anpassungsmaßnahmen	

2.1.4 Leistungsbild für die Projektstufe 4 "Ausführung"

LB-AF Nr..

02-04-00 Ausführung (Projektstufe 4)

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
02-04-01	A Organisation, Information, Koordination, Dokumentation	
	1 Fortschreiben des Organisationshandbuchs	1 Veranlassen besonderer Abstimmungsverfahren zur Sicherung der Projektziele
	2 Fortschreiben des Projekthandbuchs	2 Unterstützung des Auftraggebers bei Krisensituationen (z. B. außergewöhnliche Ereignissen wie Naturkatastrophen, Ausscheiden von Beteiligten)
	3 Mitwirken beim Durchsetzen von Vertragspflichten gegenüber den Beteiligten	3 Unterstützung des Auftraggebers beim Einleiten von Beweissicherungsverfahren
	4 Laufende Information und Abstimmung mit dem Auftraggeber	4 Unterstützung des Auftraggebers bei unberechtigter Drittforderungen

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
	5 Einholen der erforderlichen Zustimmungen des Auftraggebers	5 Besondere Berichterstattung in Auftraggeber- oder sonstigen Gremien
02-04-02	B Qualitäten und Quantitäten	
	1 Prüfen von Ausführungsänderungen, ggf. Revision von Qualitätsstandards nach Art und Umfang	1 Mitwirken beim Herbeiführen besonderer Ausführungsentscheidungen des Auftraggebers
	2 Mitwirken bei der Abnahme der Ausführungsleistungen	2 Veranlassen oder Durchführen von Sonderkontrollen bei der Ausführung, z. B. durch Einschalten von Sachverständigen und Prüfbehörden
	3 Herbeiführen der erforderlichen Entscheidungen des Auftraggebers	3 Änderungsmanagement bei Einschaltung eines Generalplaners
02-04-03	C Kosten und Finanzierung	
	1 Kostensteuerung zur Einhaltung der Projektziele	1 Kontrolle der Rechnungsprüfung der Objektüberwachung
	2 Freigabe der Rechnungen zur Zahlung	2 Kostensteuerung unter besonderen Anforderungen
	3 Beurteilung der Nachtragsprüfungen	3 Fortschreiben der Projektbuchhaltung für den Mittelzufluss und die Anlagenkonten
	4 Vorgabe von Deckungsbestätigungen für Nachträge	
	5 Fortschreiben der Mittelbewirtschaftung	
	6 Fortschreiben der Projektbuchhaltung für den Mittelabfluss	
02-04-04	D Termine und Kapazitäten	
	1 Überprüfen und Abstimmen der Zeitpläne des Objektplaners und der ausführenden Firmen mit den Steuerungsablaufplänen der Ausführung des Projektsteuerers	1 Ablaufsteuerung unter besonderen Anforderungen und Zielsetzungen
	2 Ablaufsteuerung der Ausführung zur Einhaltung der Terminziele	
	3 Überprüfen der Ergebnisse der Baubesprechungen anhand der Protokolle der Objektüberwachung, Vorschlägen und Abstimmen von Anpassungsmaßnahmen bei Gefährdung von Projektzielen	

2.1.5 Leistungsbild für die Projektstufe 5 "Projektabschluss"

LB-AF Nr..

02-05-00 Projektabschluss (Projektstufe 5)

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
02-05-01	A Organisation, Information, Koordination, Dokumentation	
	1 Mitwirken bei der organisatorischen und administrativen Konzeption und bei der Durchführung der Übergabe / Übernahme bzw. Inbetriebnahme / Nutzung	1 Mitwirken beim Einweisen des Bedienungs- und Wartungspersonals für betriebstechnische Anlagen
	2 Mitwirken beim systematischen Zusammenstellen und Archivieren der Bauakten inkl. Projekt- und Organisationshandbuch	2 Prüfen der Projektdokumentation der fachlich Beteiligten

Pos.	Grundleistungen	Besondere Leistungen
	3 Laufende Information und Abstimmung mit dem Auftraggeber	3 Mitwirken bei der Überleitung des Bauwerks in die Bauunterhaltung
	4 Einholen der erforderlichen Zustimmungen des Auftraggebers	4 Mitwirken bei der betrieblichen und baufachlichen Beratung des Auftraggebers zur Übergabe / Übernahme bzw. Inbetriebnahme / Nutzung
		5 Unterstützung des Auftraggebers beim Prüfen von Wartungs- und Energielieferungsverträgen
		6 Mitwirken bei der Übergabe / Übernahme schlüsselfertiger Bauten
		7 Organisatorisches und baufachliches Unterstützen bei Gerichtsverfahren
		8 Baufachliches Unterstützen bei Sonderprüfungen
		9 Besondere Berichterstattung beim Auftraggeber zum Projektabschluss
02-05-02	B Qualitäten und Quantitäten	
	1 Veranlassen der erforderlichen behördlichen Abnahmen, Endkontrollen und/oder Funktionsprüfungen	1 Mitwirken bei der abschließenden Aktualisierung des Gebäude- und Raumbuches zum Bestandsgebäude- und –raumbuch bzw. –pflichtenheft
	2 Mitwirken bei der rechtsgeschäftlichen Abnahme der Planungsleistungen	2 Überwachen von Mängelbeseitigungsleistungen außerhalb der Gewährleistungsfristen
	3 Prüfen der Gewährleistungsverzeichnisse	
02-05-03	C Kosten und Finanzierung	
	1 Überprüfen der Kostenfeststellungen der Objekt- und Fachplaner	1 Abschließende Aktualisierung der Baunutzungskosten
	2 Freigabe der Rechnungen zur Zahlung	2 Abschluss der Projektbuchhaltung für den Mittelzufluss und die Anlagenkonten inkl. Verwendungsnachweis
	3 Veranlassen der abschließenden Aktualisierung der Baunutzungskosten	
	4 Freigabe von Schlussabrechnungen sowie Mitwirken bei der Freigabe von Sicherheitsleistungen	
	5 Abschluss der Projektbuchhaltung für den Mittelabfluss	
02-05-04	D Termine und Kapazitäten	
	1 Veranlassen der Ablaufplanung und –steuerung zur Übergabe und Inbetriebnahme	1 Ablaufplanung zur Übergabe / Übernahme und Inbetriebnahme / Nutzung

2.1.6 Öffentlichkeitsarbeit

Eine wichtige Aufgabe der Projektsteuerung stellt die Öffentlichkeitsarbeit dar. Eine besondere Bedeutung hat die Öffentlichkeitsarbeit im Zuge der Sanierung bewohnter Altlasten. Auf bewohnten Altlasten sind die Bürger in physischer, psychischer, ökonomischer und auch rechtlicher Hinsicht von der Sanierung betroffen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Belange der Betroffenen in den anstehenden Entscheidungsprozessen in angemessener Weise zu berücksichtigen.

Die Öffentlichkeitsarbeit kann durch die Projektsteuerung als Vertretung des Auftraggebers oder durch eine externe Fachinstitution in enger Zusammenarbeit mit der Projektsteuerung und den beteiligten Fachbehörden wahrgenommen werden.

Die Öffentlichkeitsarbeit hat zum Ziel, den Informationsfluss und den Dialog zwischen allen Beteiligten zu fördern, um die Akzeptanz der Gesamtmaßnahme und der damit einhergehenden temporären oder auch langfristigen Einschränkungen z. B. hinsichtlich Zugänglichkeit und Nutzung zu erhöhen. Durch einen hohen Informationsstand und angemessene Beteiligungsmöglichkeiten für die Betroffenen wird eine Basis für gemeinsam getragene Lösungen geschaffen.

Nachfolgend aufgeführte Aspekte sollten grundsätzlich Gegenstand der Öffentlichkeitsarbeit sein, Änderungen und Ergänzungen sind einzelfallspezifisch festzulegen.

- Ursachen, Art und Umfang der Verunreinigung
- Gefahren der Verunreinigung, Schutzmaßnahmen
- Zweck der Sanierung, Risiken der Sanierung
- Organisation und Struktur der Ausführung, Verantwortlichkeiten, Ansprechpartner
- Geplante Maßnahmen und Zeitbedarf
- Informations- und Beteiligungsmöglichkeiten

Die Information der Betroffenen und die Konfliktbearbeitung im Zuge der Sanierungsmaßnahme kann mit Hilfe vielfältiger Medien und Veranstaltungen zu den im jeweiligen Bauabschnitt relevanten Aspekten erfolgen. Folgende Beispiele seien genannt:

- Broschüren, Poster, Informationsbriefe
- Internetportal mit regelmäßiger Aktualisierung entsprechend dem Projektfortschritt
- Pressemitteilungen, Pressekonferenzen
- Ausstellungen, Informationsstände, Schaukästen
- Vorträge und Diskussionen, Fachtagungen
- Beratungsangebote für die betroffenen Bürger, Mediation
- Baustellenbesichtigungen

Wesentliches Kriterium für die Schaffung eines hohen Informationsstandes und einer Vertrauensbasis ist die Darstellung der relevanten Sachverhalte in einer Form, die auf die Zielgruppe der Betroffenen abgestimmt ist. Dazu ist dem visuellen Erscheinungsbild der Informationen neben der Darstellung komplexer Fakten und Zusammenhänge in verständlicher Form, eine hohe Bedeutung beizumessen.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit kann die Einbindung der Beteiligten über sogenannte Bürgerbeteiligungsbüros, Projektbeiräte (aus Betroffenen, Gutachtern, Kommune etc.) oder anderweitig benannte / gewählte Vertreter der Betroffenen erfolgen. Über diese Institutionen ist ein beständiger Kontakt zu der Projektsteuerung, dem Auftraggeber und den Fachbehörden und damit ein kontinuierlicher Informationsfluss möglich. Als Beteiligte sind neben den Grundstückseigentümern und Bewohnern auch die beteiligten Kommunen und Fachbehörden, die Auftragnehmer (Ausführung), der Auftraggeber, die Projektsteuerung und sonstige Interessierte anzusehen. Die

Einbindung dieser Beteiligungsinstitutionen in die Entscheidungsfindung kann jedoch nicht in allen Fällen die direkte Abstimmung mit einzelnen Betroffenen (Grundstückseigentümern, Bewohner etc.) ersetzen.

2.2 Kostenermittlung

Gemäß der AHO-Fachkommission "Projektsteuerung" werden die Honorarsätze für Leistungen zur Projektsteuerung für Hochbauten, Ingenieurbauwerke und Anlagenbauten auf der Grundlage anrechenbarer Kosten anhand von Honorartafeln festgesetzt. Das Honorar für die Projektsteuerung der Altlastensanierung inkl. Rückbau, Wiederverwendung und Verwertung kann frei vereinbart werden.

Eine verlässliche Vorkalkulation der zu erwartenden Kosten für Projektsteuerungsleistungen bei der Altlastensanierung nach Zeitaufwand ist jedoch kaum durchführbar. Es wird daher empfohlen, die Kostenschätzung ebenfalls auf der Grundlage der anrechenbaren Kosten durchzuführen und sich an den Werten der Honorartafel im Kapitel 2.2.2 zu orientieren.

Unter den anrechenbaren Kosten (Bezugskosten) für den gesamten Leistungsbereich Projektsteuerung der Altlastensanierung werden die Summe der Einzelkosten der Kernleistungen, der vorbereitenden und verfahrensbegleitenden Leistungen, sowie der Folgeleistungen mit Ausnahme der Langzeitüberwachung verstanden (s. auch Leistungsbereich Planung, Überwachung und Dokumentation 01-00-00).

Die Grundleistungen der Projektsteuerung in den einzelnen Projektstufen 1-5 werden für alle Handlungsbereiche (A-D) mit prozentualen Anteilen am Gesamthonorar für die Projektsteuerung (s. Honorartafel) wie folgt bewertet:

Projektstufen			Bewertung der Grundleistungen in % des Grundhonorars nach Honorartafel
1	Projektvorbereitung	Projektentwicklung, strategische Planung, Grundlagenermittlung	26
2	Planung	Vor-, Entwurfs-, Genehmigungsplanung	21
3	Ausführungsvorbereitung	Ausführungsplanung, Vorbereiten der Vergabe, Mitwirken bei der Vergabe	19
4	Ausführung	Projektüberwachung	26
5	Projektabschluss	Projektbetreuung, Dokumentation	8

Für Leistungen der Projektsteuerung werden in Abhängigkeit von der Größenordnung der Sanierungs- / Flächenentwicklungsmaßnahme fünf Honorarzonen unterschieden. Die Zuordnung der Projekte zu einer Honorarzone ergibt sich nach Maßgabe besonderer Bewertungsmerkmale. Dazu sind die Projekte hinsichtlich ihrer Komplexität der Projektorganisation, spezifischer Auftraggeberroutine, Besonderheiten in den Projektinhalten und Risiko der Projektrealisierung mit je bis zu 10 Punkten zu bewerten, bezüglich Termin- und Kostenvorgaben mit je bis zu 5 Punkten. Anhand der ermittelten Gesamtpunktzahl lässt sich die Zuordnung zu den Honorarzonen nach dem folgenden Schema vornehmen.

Honorar- zone	Projektsteuerungsanforderungen		Summe Bewertungspunkte
I	sehr gering	sehr geringe Komplexität der Projektorganisation sehr hohe spezifische Projektroutine des AG sehr wenige Besonderheiten in den Projekthinhalten sehr geringes Risiko in der Realisierung sehr wenig Anforderungen an die Terminvorgaben sehr wenig Anforderungen an die Kostenvorgaben	0 – 10
II	gering	geringe Komplexität der Projektorganisation hohe spezifische Projektroutine des AG wenige Besonderheiten in den Projekthinhalten geringes Risiko in der Realisierung wenig Anforderungen an die Terminvorgaben wenig Anforderungen an die Kostenvorgaben	11 – 20
III	durchschnittlich	durchschnittl. Komplexität der Projektorganisation durchschnittl. spezifische Projektroutine des AG durchschnittl. Besonderheiten in den Projekthinhalten durchschnittl. Risiko in der Realisierung durchschnittl. Anforderungen an die Terminvorgaben durchschnittl. Anforderungen an die Kostenvorgaben	21 – 30
IV	überdurchschnittlich	hohe Komplexität der Projektorganisation geringe spezifische Projektroutine des AG viele Besonderheiten in den Projekthinhalten hohes Risiko in der Realisierung hohe Anforderungen an die Terminvorgaben hohe Anforderungen an die Kostenvorgaben	31 – 40
V	sehr hoch	sehr hohe Komplexität der Projektorganisation sehr geringe spezifische Projektroutine des AG sehr viele Besonderheiten in den Projekthinhalten sehr hohes Risiko in der Realisierung sehr hohe Anforderungen an die Terminvorgaben sehr hohe Anforderungen an die Kostenvorgaben	41 – 50

Die im Folgenden angegebenen Faktoren zur Ermittlung des Honorars für die Projektsteuerung wurden aus den Honorartafeln des AHO Schriftenreihe Nr. 9 abgeleitet. Sie gelten für Projektsteuerungsleistungen von 500.000 € bis 500 Mio. €.

Bei anrechenbaren Kosten unter 500.000,- € kann das Honorar als Pauschalhonorar oder als Zeithonorar nach § 6 HOAI berechnet werden, höchstens jedoch bis zu den in der Honorartafel angegebenen Sätzen für anrechenbare Kosten bis 500.000,- € unter Berücksichtigung der Mindestsätze für Stundensätze nach § 6 HOAI.

Bei anrechenbaren Kosten über 500 Mio. € kann das Honorar ebenfalls frei vereinbart werden.

Die Leistungen der Öffentlichkeitsarbeit sind überwiegend den Besonderen Leistungen der Projektsteuerung zuzurechnen. Bei umfangreichen Sanierungsmaßnahmen insbesondere auf bewohnten Altlasten, kann auch die Beteiligung externer Fachinstitutionen erforderlich werden. Die Leistungen können als Pauschalhonorar oder als Zeithonorar frei vereinbart werden.

LEISTUNGSBEREICH 02-00-00		PROJEKTSTEUERUNG			
BEZUGSKOSTEN					
$\text{Bezugskosten}^* = \text{Kosten LB}_{\text{KLi}(\Sigma 30-00-00 \text{ bis } 74-00-00)} [\text{€}] + \sum_{j=10-00-00}^{28-00-00} \text{Kosten MgL} [\text{€}]$ $= \text{_____} [\text{€}]$					
<i>* Bezugskosten im Sinne der "anrechenbaren Kosten" gemäß HOAI, Teil VII</i> <i>KLi = maßnahmenrelevante Kernleistung(en); bei mehreren KL die Summe aus diesen</i>					
Bezugskosten bis zu [Euro]	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	Zone V
	Variable fSP				
500.000	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
1.000.000	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
2.500.000	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
5.000.000	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
7.500.000	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
10.000.000	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
12.500.000	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
15.000.000	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
20.000.000	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
25.000.000	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
30.000.000	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
35.000.000	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
40.000.000	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
45.000.000	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
50.000.000	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
75.000.000		0,01	0,01	0,02	
100.000.000		0,01	0,01	0,01	
150.000.000		0,01	0,01	0,01	
200.000.000		0,01	0,01	0,01	
250.000.000		0,01	0,01	0,01	
300.000.000		0,01	0,01	0,01	
350.000.000		0,01	0,01	0,01	
400.000.000		0,01	0,01	0,01	
450.000.000		0,01	0,01	0,01	
500.000.000		0,01	0,01	0,01	
Kosten LB 02-00-00 = Bezugskosten [€] x fSP = _____ €					

2.3 Literatur

Ausschuss der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung e.V. (AHO): Untersuchungen zum Leistungsbild des § 31 HOAI und zur Honorierung für die Projektsteuerung, Schriftenreihe des AHO Nr. 9, August 1998.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten / HIM ASG: MOSAL - Modellhafte Sanierung von Altlasten, Dokumentation der Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit im Sanierungsprojekt Stadallendorf, 2. Auflage August 2000.

2.4 Information über Leistungsanbieter

Im Deutschen Verband der Projektsteuerer e.V. (DVP) haben sich Fachleute des Projektmanagements aus unterschiedlichen Bereichen im Bauwesen zusammengeschlossen. Einen Arbeitsschwerpunkt des DVP stellt u. a. die Tätigkeit in der AHO-Fachkommission „Projektsteuerung“ dar. Die Mitgliedsunternehmen des DVP sind im Internetportal www.bau.uni-wuppertal.de/dvpneu.nsf aufgeführt.

Die Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. (GPM) ist der deutsche Berufs- und Fachverband für Projektmanagement mit über 3000 Mitgliedern. Ziel der GPM ist es, die Anwendung von Projektmanagement zu fördern, weiter zu entwickeln zu standardisieren und zu verbreiten. Informationen über die GPM sind im Internetportal www.gpm-ipma-de abrufbar.

3 **Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination**

Das bundesdeutsche System des behördlichen Arbeitsschutzes wird getragen von den staatlichen Arbeitsschutzbehörden (Gewerbeaufsichtsamt, Amt für Arbeitsschutz) sowie von den öffentlich-rechtlichen Unfallversicherungsträgern (Berufsgenossenschaften, Unfallkassen).

Dabei sind die staatlichen Behörden im Wesentlichen für die Überwachung der Einhaltung von Sicherheitsvorschriften für die betrieblichen Rahmenbedingungen (Arbeitsorganisation, Zustand der Arbeitsstätte etc.) und die sicherheitstechnische und hygienische Beschaffenheit von Maschinen und Anlagen zuständig. Ihr Aufgabengebiet ist gewerbeübergreifend. Rechtsgrundlage für die Befugnisse des Staatlichen Arbeitsschutzes ist das "Gesetz zur Umsetzung der EG-Rahmenrichtlinie Arbeitsschutz und weiterer Arbeitsschutzrichtlinien" (Arbeitsschutzgesetz, ArbSchG 1996). Eine weitere wesentliche Rechtsverordnung auf der Grundlage des ArbSchG ist die "Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen" (Baustellenverordnung –BaustellV 1998) als bundesdeutsche Umsetzung der EG-Baustellenrichtlinie 92/57/EWG.

Aufgabe der öffentlich-rechtlichen Unfallversicherungsträger ist die Vermeidung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten sowie von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren. Im Rahmen ihres Präventionsauftrages haben die Berufsgenossenschaften und Unfallkassen Beratungs- und Überwachungsfunktion. Auf der Basis des SGB VII sind sie zudem befugt, entsprechend den staatlichen Verordnungen Vorschriften zu erlassen. Ihr Aufgabengebiet ist branchen- bzw. gewerbebezogen. Für den Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen werden in den Berufsgenossenschaftlichen Regeln BGR 128 "Kontaminierte Bereiche" Anforderungen und Zuständigkeiten definiert.

Die Verpflichtungen des Auftraggebers für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz auf Baustellen ergeben sich für Baumaßnahmen grundsätzlich aus der Baustellenverordnung (BaustellV). Die besonderen Anforderungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen sind in den BG-Regeln 128 "Kontaminierte Bereiche" festgeschrieben.

3.1 **Sicherheits- und Gesundheitsschutz nach Baustellenverordnung (BaustellV, 1998)**

3.1.1 **Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)**

Mit der Baustellenverordnung (BaustellV) vom 10. Juni 1998 wurden die Vorschriften der EG-Baustellenrichtlinie in deutsches Recht umgesetzt. Sie beruht auf § 19 des Arbeitsschutzgesetzes und trifft besondere Regelungen für die Anforderungen auf Baustellen. Die Pflichten der Arbeitgeber und Beschäftigten nach dem Arbeitsschutzgesetz und anderen rechtlichen Vorschriften bleiben unberührt.

Gemäß BaustellV § 1 (3) ist eine Baustelle ein Ort, an dem eine oder mehrere bauliche Anlagen errichtet, geändert oder abgebrochen werden. Entsprechend den Erläuterungen zur Baustellenverordnung (herausgegeben durch die Arbeitsgruppe aus BMA, BAuA, Bundesingenieurkammer u. a., 1999) zählen zu den baulichen Anlagen u. a. auch Aufschüttungen, Abgrabungen, Lagerplätze, Deponien und Bauwerke des Hoch- und Tiefbaus im Zusammenhang mit prozesstechnischen Anlagen.

In § 2 (2) der BaustellV werden die Kriterien definiert, nach denen eine Baustelle bei der zuständigen Behörde durch eine Vorankündigung anzuzeigen ist:

Für jede Baustelle, bei der

1. die voraussichtliche Dauer der Arbeiten mehr als 30 Arbeitstage beträgt und auf der mehr als 20 Beschäftigte gleichzeitig tätig werden, oder

2. der Umfang der Arbeiten voraussichtlich 500 Personentage überschreitet,

ist der zuständigen Behörde spätestens zwei Wochen vor Einrichtung der Baustelle eine Vorankündigung zu übermitteln, (...).

In § 2 (3) wird festgelegt, dass vor der Einrichtung der Baustelle ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan erstellt werden muss, wenn Beschäftigte mehrerer Auftraggeber auf der Baustelle gleichzeitig oder nacheinander tätig sind und eine Vorankündigung erforderlich ist oder wenn Beschäftigte mehrerer Auftraggeber auf der Baustelle gleichzeitig oder nacheinander tätig sind und besonders gefährliche Arbeiten gemäß Anhang II ausgeführt werden. Zu den besonders gefährlichen Arbeiten gemäß Anhang II der BaustellV zählen u. a. Arbeiten, bei denen die Gefahr von Absturz, Ertrinken und Verschüttung besteht oder mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen umgegangen wird.

Sind auf einer Baustelle Beschäftigte mehrerer Auftraggeber gleichzeitig oder nacheinander tätig, so sind ein oder mehrere geeignete Koordinatoren zu bestellen. In den Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB 30) werden die Anforderungen an die Eignung des Koordinators nach § 3 BaustellV konkretisiert. Für die ausreichende Qualifikation eines SiGe-Koordinators sind berufliche und arbeitsschutzfachliche Kenntnisse sowie spezielle Koordinatorenkenntnisse nach BaustellV erforderlich. Darüber hinaus sind ausreichende berufliche Erfahrungen in der Planung und/oder Ausführung von Bauvorhaben nachzuweisen. Die Koordinatoren haben die vorgesehenen Arbeitsschutzmaßnahmen zu koordinieren, den Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan) auszuarbeiten und eine Unterlage für spätere Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten zu erstellen.

In den SiGe-Plan sind die Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen für alle Arbeitsbereiche mit aufzunehmen. Dazu sind auch Schutzmaßnahmen aus dem Arbeits- und Sicherheitsplan für Arbeiten in kontaminierten Bereichen nach BGR 128 "BG-Regeln Kontaminierte Bereiche" (s. Kap. 3.2) sowie nach TRGS 519 und 521 in den SiGe-Plan einzuarbeiten. Nachfolgend wird die Abgrenzung zwischen den Anforderungen nach BaustellV (SiGe-Plan) und nach BGR 128 (A+S-Plan, s. auch Kap. 3.2) kurz erläutert:

- **SiGe-Plan**

Der SiGe-Plan umfasst die Gefährdungen aller Arbeitsbereiche einer Baustelle. Dazu zählen u. a. auch Gefährdungen durch „Besonders gefährliche Arbeiten“ nach Anhang II, unter denen die Arbeiten im Umgang mit „Besonders gefährlichen Gefahrstoffen“ einen Teilbereich darstellen. Der SiGe-Plan beschreibt die Gefährdungssituationen aller Gewerke mit Nennung der zugehörigen einzuhaltenden Vorschriften und Regeln. Nur für die „Besonders gefährlichen Arbeiten“ sind im SiGe-Plan auch Schutzmaßnahmen zu nennen.

- **A+S-Plan**

Der A+S-Plan wird immer für Arbeiten in kontaminierten Bereichen erstellt, unabhängig von der Größe der Baumaßnahme und der Anzahl der tätigen Unternehmen und Beschäftigten. Der A+S-Plan bezieht sich auf den Umgang und die Gefährdung durch vorhandene oder vermutete Schadstoffe und legt die erforderlichen Schutzmaßnahmen fest. Damit erfüllt der A+S-Plan die Anforderungen des Teilbereichs Arbeiten mit „Besonders gefährlichen Gefahrstoffen“ gemäß Anhang II „Besonders gefährliche Arbeiten“ des SiGe-Plans. Der A+S-Plan ist somit Bestandteil des allumfassenden SiGe-Plans.

Die obigen Ausführungen verdeutlichen, dass die Sicherheitspläne nach BaustellV (SiGe-Plan) und nach BGR 128 (A+S-Plan) sich ergänzen. Keiner der beiden Sicherheitspläne kann den anderen ersetzen. Die Koordination der Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz entsprechend den Anforderungen der BaustellV und der BGR 128 kann von 1 Person wahrgenommen werden.

Der Ausschuss der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung e.V. (AHO) unterteilt das Leistungsbild des SiGe-Koordinators in Grundleistungen, Zuschlagfähige Grundleistungen und Besondere Leistungen (s. Schriftenreihe Nr. 15 "SiGeKo – Praxishilfe zur Honorarermittlung für Leistungen nach der Baustellenverordnung", 2001).

A Grundleistungen (Planung der Ausführung)			
Ausarbeitung SiGe-Plan			
Analyse der Entwurfs-, Genehmigungs-, Ausführungsplanung im Hinblick auf mögliche Gefährdungen, Dokumentation der Ergebnisse	Mitwirkung bei der Erarbeitung von Lösungen zur Beseitigung / Minimierung von Gefährdungen während der Bauausführung	Beratung zur vorhandenen Terminplanung hinsichtlich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	Hinwirken auf die Aufnahme sicherheitsrelevanter Inhalte des SiGe-Planes in die Ausschreibungsunterlagen
Erstellung der Unterlage			
Analyse der Genehmigungs-, Ausführungsplanung im Hinblick auf mögliche Gefährdungen, Dokumentation der Ergebnisse	Mitwirkung bei der Erarbeitung von Lösungen zur Beseitigung / Minimierung von Gefährdungen während späterer Arbeiten an der baulichen Anlage	Hinwirken auf die Aufnahme sicherheitsrelevanter Inhalte der Unterlage in die Ausschreibungsunterlagen	
B Grundleistungen (Ausführung)			
Einweisung der Arbeitgeber und Unternehmer ohne Beschäftigte in den SiGE-Plan unter Beachtung der besonders gefährlichen Arbeiten nach Anhang II, BaustellV	Mitwirken bei der Planung der Baustelleneinrichtung	Überprüfung der Arbeitgeber und Unternehmer ohne Beschäftigte auf Einhaltung ihrer Pflichten nach BaustellV	Koordinierung der Arbeitgeber und Unternehmer ohne Beschäftigte auf ordnungsgemäße Anwendung der Arbeitsverfahren
Überprüfung der gemeinsam genutzten Sicherheitseinrichtungen, Kontrolle Sicherheitsnachweise	Organisation der Zusammenarbeit der Arbeitgeber und der Unternehmer ohne Beschäftigte	Organisation und Durchführung von Sicherheitsbegehungen und Sicherheitsbesprechungen	Dokumentation
C Zuschlagfähige Grundleistungen			
<u>Zuschlag 0-20 %</u> Beachtung besonders gefährlicher Arbeiten nach Anhang II, Punkte 1/5/10 (geringer Aufwand bzgl. Sicherheits- und Gesundheitsschutz)	<u>Zuschlag 20-30 %</u> Beachtung besonders gefährlicher Arbeiten nach Anhang II, Punkte 4/6/7/8 (erhöhter Aufwand, mittlere Spezialkenntnisse)	<u>Zuschlag 30-50 %</u> Beachtung besonders gefährlicher Arbeiten nach Anhang II, Punkte 2/3/9 (erhöhter Aufwand, hohe Spezialkenntnisse)	<u>Zuschlag 0-100 %</u> Rückbau- und Abbrucharbeiten (z. B. alte Produktionsstandorte mit Altlastenverdacht)
<u>Zuschlag 10-40 %</u> Berücksichtigung von betrieblichen Tätigkeiten und/oder besonderen äußeren Einflüssen	<u>Zuschlag 5-25 %</u> Berücksichtigung von Einflüssen aus räumlicher und zeitlicher Nähe anderer Baumaßnahmen	<u>auf Zeitnachweis</u> Anpassung des SiGe-Planes bei erheblichen Änderungen in der Ausführung	<u>i.d.R. auf Zeitnachweis</u> Zusätzliche Koordinationsleistungen z.B. infolge Planungsänderungen, Bauzeitverlängerungen, Bauablaufstörungen
<u>Zuschlag 15-50 %</u> Berücksichtigung spez. Randbedingungen bei Bauen im Bestand	<u>auf Zeitnachweis</u> Erstellen / Aktualisieren der Vorankündigung	<u>auf Zeitnachweis</u> Einarbeitung bei verspäteter Einschaltung des SiGe-Koordinators	<u>auf Zeitnachweis</u> Koordination bei verschiedenen Koordinatoren für Planung und Ausführung (z.B. BGR 128, TRGS 519)
D Besondere Leistungen			
Übernahme der Funktion des verantwortlichen Dritten (§ 4 BaustellV)	Analyse Vor- / Entwurfsplanung hinsichtlich möglicher Gefährdungen	Kostenanalysen zu Lösungsmöglichkeiten	Angebotsprüfungen in sicherheitstechnischer Hinsicht
Teilnahme an allgem. Baubesprechungen	Erstellung Baustelleneinrichtungsplan	Erstellen Baustellenordnung	Erstellen Fluchtwegkonzept, Verkehrslenkungspläne
Einholung straßenverkehrsrechtl. Anordnungen	Erstellen Gefährdungsbeurteilung gem. §§ 5, 6 ArbSchG	Konzeptentwicklung und Organisation zu Sicherheitsfragen	

3.1.2 Kostenermittlung

Bei allen öffentlichen Auftraggebern hat die Honorierung von Ingenieur- und Planungsleistungen, die in der HOAI erfasst sind, gemäß den Honorartafeln § 56 HOAI und der prozentualen Vergütungsregelung der örtlichen Bauüberwachung nach § 57 HOAI zu erfolgen (s. auch Leistungsbereich 01).

Nicht enthalten sind die fachgutachterliche Begleitung insbesondere Öffentlichkeitsarbeit, Sicherheitsplanung, Koordinatortätigkeit, Dokumentation und Erstellung eines Sanierungsplanes. Die Vergütung dieser fachgutachterlichen Leistungen hat gemäß § 33 der HOAI als Besondere Leistungen als Zeithonorar nach § 6 HOAI zu erfolgen.

Bei allen Leistungen, die nach HOAI zu erfassen sind, ist auf Grund der anrechenbaren Kosten entsprechend der Bezugskosten (Nettokosten) eine exakte Vorkalkulation der zu erwartenden Kosten für Ingenieurleistungen bei der Sanierungsplanung und Durchführung möglich. Die Kosten der anteiligen fachgutachterlichen Begleitung sind nach Aufwand und Zeithonorar abzuschätzen. Da diese bei kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen nur einen kleinen Teil der freiberuflichen Leistungen betreffen, ist eine Abschätzung der Gesamtvergütung mit hinreichender Sicherheit möglich.

Eine Kostenschätzung auf Grundlage des Honorarvorschlages der AHO-Fachkommission für die v. g. Leistungsbilder wird als unangemessen hoch angesehen. Die im Jahre 1996 gemeinsam mit diesen Leistungsbildern vorgeschlagene Vergütungsregelung ist nicht verbindlich in die HOAI übernommen worden und findet in der Praxis keine Anwendung.

3.1.3 Literatur

Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit - BGR 128 "Kontaminierte Bereiche", Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften.

Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB 30) – Geeigneter Koordinator (Konkretisierung zu § 3 BaustellV) vom 24.04.2001.

SiGeKo – Praxishilfe zur Honorarermittlung für Leistungen nach der Baustellenverordnung, Schriftenreihe des Ausschuss der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung (AHO) Nr. 15, 2001.

SiGePlan – Leitfaden zur Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Planes, Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften, Frankfurt / Main und Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 631, 1998.

Unterlage – Leitfaden zur Erstellung Unterlage für spätere Arbeiten am Bauwerk, Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften, Frankfurt / Main und Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 632, 1998.

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (BaustellV) vom 10. Juni 1998.

3.1.4 Information über Leistungsanbieter

Der Verband der Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinatoren Deutschlands e.V. (V.S.G.K.) führt eine Adressdatenbank, mit deren Hilfe Bauherren bundesweit geeignete Koordinatoren ermitteln können. Die Adressdatenbank ist abrufbar auf der Homepage des V.S.G.K. www.sigeko.org. Dort können die Koordinatoren nach Postleitzahlbereichen oder nach Fachgebieten recherchiert werden.

3.2 Arbeits- und Gesundheitsschutzkoordination in kontaminierten Bereichen (BGR 128 Kontaminierte Bereiche)

3.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Im Rahmen der Sanierungsplanung sind für Arbeiten in kontaminierten Bereichen besondere Gesundheitschutzmaßnahmen zu berücksichtigen. In den BG-Regeln 128 werden kontaminierte Bereiche als

Standorte, bauliche Anlagen, Gegenstände, Boden, Grundwasser, Luft ..., die mit Gefahrstoffen verunreinigt sind.

definiert.

Die BG-Regeln 128 gelten für Erkundungsarbeiten (Bohrungen, Sondierungen, Schürfe), Bauarbeiten (Erdarbeiten, Gebäude- und Anlagenrückbau, Deponiebau) und die Sanierung von kontaminierten Böden, Gewässern und baulichen Anlagen einschließlich der Brandschadensanierung und den Betrieb von Sanierungsanlagen. Sie gelten nicht für Sicherungsmaßnahmen bei akuten Schadensfällen, für die Ablagerung von Abfällen und den Betrieb von Anlagen nach KrW/AbfG, für radioaktiv belastete Bereiche, für Arbeiten in abwassertechnischen Anlagen, für Arbeiten mit gentechnisch veränderten Organismen i.S.d. Gentechnikgesetzes und für den Umgang mit Asbest oder Künstlichen Mineralfasern.

Für Arbeiten zur Asbestsanierung sind die TRGS 519, für den Umgang mit Künstlichen Mineralfasern (KMF) die TRGS 521 zu berücksichtigen. Durch das ausführende Unternehmen sind gemäß TRGS 519 / 521 sogenannte Arbeitspläne für die Rückbau- oder Sanierungsarbeiten zu erstellen, in denen die speziellen Schutzmaßnahmen für den Umgang mit Asbest / KMF beschrieben werden. Mit der Anzeige zum Umgang mit Asbest / KMF sind diese Arbeitspläne vor Beginn der Arbeiten bei der zuständigen Arbeitsschutzbehörde einzureichen.

Die Ergebnisse der Gefährdungsermittlung sind gemäß BGR 128 in einem Arbeits- und Sicherheitsplan (A+S-Plan) zu beschreiben. Dies erfolgt in Abstimmung mit den zuständigen Arbeitsschutzbehörden und Berufsgenossenschaften. Der A+S-Plan weist im Allgemeinen folgende Gliederung auf:

- *Allgemeine Daten*
(Benennung AG, beteiligte Behörden, betroffener Personenkreis, Gültigkeitsdauer etc.)
- *Standortbeschreibung*
(Lage des kontaminierten Bereiches, Nutzungsgeschichte, Gefahrstoffe, Gefahrenanalyse etc.)
- *Bau- / Sanierungsverfahren,*
(Verfahrensbeschreibung, zeitlicher Ablauf, Auflistung der Tätigkeiten mit Gefahrstoffexposition etc.)
- *Bewertung der Ergebnisse von Gefahrenanalyse in Verbindung mit Arbeitsbereichsanalyse (= Gefährdungsabschätzung)*
- *Arbeits- und Gesundheitsschutz*
(Organisatorische / technische / persönliche Schutzmaßnahmen, Messungen etc.)
- *Entsorgung*
(kontaminierte Schutzausrüstung etc.)
- *Dokumentation, Nachweise*
(Vorsorgeuntersuchungen, Filterbuch, Betriebsanweisungen etc.)

Ist für die Baumaßnahme ein SiGe-Plan gemäß Baustellenverordnung zu erstellen (s. Kapitel 3.1), stellt der A+S-Plan einen besonderen Bestandteil des SiGe-Planes dar.

Für Arbeiten in kontaminierten Bereichen ist seitens des Auftraggebers ein Koordinator zu stellen, wenn diese Arbeiten von mehreren Auftragnehmern (ggf. auch Subunternehmer) durchgeführt werden. Die Arbeitsschutzkoordination nach BGR 128 soll die Vermeidung gegenseitiger Gefährdung und die lückenlose sicherheitstechnische Überwachung insbesondere hinsichtlich der ermittelten oder vermuteten Gefahrstoffe gewährleisten. Sie entspricht nicht der Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination gemäß Baustellenverordnung, kann jedoch als besonderer Bestandteil in diese integriert werden.

Zu den Aufgaben des Koordinators nach BGR 128 gehören

- *das Aufstellen des baustellenbezogenen A+S-Planes,*
- *Einweisen der Versicherten in die jeweiligen Gefährdungen und erforderlichen Schutzmaßnahmen der Arbeits- oder Baustelle, regelmäßige Unterweisungen während der Baumaßnahme,*
- *Überwachen der in den Betriebsanweisungen festgelegten Forderungen auf deren Einhaltung,*
- *Veranlassen erforderlicher Gefahrstoffermittlungen und –messungen sowie Bewerten der Ergebnisse,*
- *Abstimmung der zeitlichen Abfolge von Einzelgewerken und Bewerten ihrer Auswirkungen aufeinander hinsichtlich möglicher Gefahren.*

Die Eignung des Koordinators nach BGR 128 ist durch die erfolgreiche Teilnahme an einem Sachkundelehrgang nachzuweisen.

Leistungen und Kosten des technischen Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzes, die in der Verantwortung des Auftragnehmers liegen, werden im Leistungsbereich 22-00-00 beschrieben.

3.2.2 Kostenermittlung

3.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Die Kostenkalkulation für die Arbeits- und Gesundheitsschutzkoordination gemäß BGR 128 lässt sich wie folgt gliedern:

Erstellung des A+S-Planes auf der Grundlage der Gefährdungsermittlung

Einweisung, Koordination, Dokumentation während der Ausführung

Die Erstellung eines A+S-Planes wird entweder pauschal oder auf der Grundlage einer Aufwandskalkulation abgerechnet. Einflussgrößen sind dabei vor allem Art und Umfang der vorgesehenen Bau- und Sanierungsarbeiten und die Variationsbreite des Schadstoffpotentials.

Die Tätigkeit des Koordinators während der Ausführung wird überwiegend nach Aufwand (pro Stunde / pro Tag) abgerechnet. Die pauschale Abrechnung ist zumeist nicht möglich, da zu Bau- und Sanierungszeiten häufig nur orientierende Angaben gemacht werden können. Darüber hinaus kann sich aufgrund von Änderungen in Bau- und Sanierungsverfahren sowie durch das Auftreten neuer Gefahrstoffe ein erheblicher Aufwand für die Anpassung und Aktualisierung des A+S-Plans während der Ausführung ergeben.

3.2.2.2 Leistungsregister

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**03 01 00 Sicherheits-und
Gesundheitsschutzkoordination in
kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	Preis in EURO		
			min	max	mittel
03 01 01	Erstellen eines Arbeits- und Sicherheitsplanes gemäß den Anforderungen der BG-Regeln 128 (A+S-Plan) Anzahl der bekannten Gefahrstoffe: gering (< 2 Gefahrstoffe) mittel (2-5 Gefahrstoffe) groß (> 5 Gefahrstoffe) Art der bekannten Gefahrstoffe: MKW, PAK, (Schwer-)metalle BTEX, CKW, PSBM biolog., rüstungsbedingte, leichtflüchtige, gasförmige Gefahrstoffe, komplexe Gefahrstoffgemische Anzahl der kontaminierten Medien: 1 2 3 und mehr Komplexität der Bau- und Sanierungsverfahren: gering mittel groß	Stck.	512,00	9.858,00	990,00 x 0,9 x 1,2 x 1,8 x 1,0 x 1,4 x 1,8 x 0,8 x 1,2 x 1,7 x 0,8 x 1,2 x 1,7
03 01 02	Erstellen eines Arbeits- und Sicherheitsplanes gemäß den Anforderungen der BG-Regeln 128 nach Aufwand Projektleitung Arbeitsmediziner/in Projektbearbeitung	h h h	75,00 70,00 57,00	100,00 100,00 70,00	80,00 75,00 64,00
03 01 03	Abstimmung des A+S-Planes mit Arbeitsschutzbehörden und Berufsgenossenschaften	psch.	150,00	1.400,00	400,00
03 01 04	Koordination und Überwachung der arbeitsschutztechnischen Auflagen durch Sachkundigen gemäß BGR 128	d	380,00	650,00	520,00
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998					

3.2.3 Literatur

Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit BGR 128 "Kontaminierte Bereiche", Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften.

Krämer, R.: Der Arbeitsplan / Sicherheitsplan bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen, in Tiefbau 05/1995, S. 350-353.

Krämer, R.: Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Bauschuttrecycling, in Tiefbau 8/2000, S. 487-499.

Rumler, R., König, K.: Leitfaden der arbeitsmedizinischen Betreuung von Arbeitnehmern in kontaminierten Bereichen, Tiefbau-Berufsgenossenschaft (Arbeitsmedizinischer Dienst), 2. Auflage München 1993.

TRGS 524 Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen, Ausgabe März 1998, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..

3.2.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen. Die Sachkunde gemäß BGR 128 ist anhand des Nachweises über die erfolgreiche Teilnahme an einem durch die Berufsgenossenschaft anerkannten Lehrgang zu belegen.

10 Kampfmittelerkundung

Noch heute stellt die Munition aus den beiden Weltkriegen und aus Restbeständen der Alliierten eine bedeutende Gefahr bei der Reaktivierung ehemaliger Industriestandorte dar. Die Kampfmittelerkundung und -bergung ist daher bei der Entwicklung industriell vorgenutzter Flächen häufig ein wesentlicher Zeit- und Kostenfaktor, der bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen ist. Bereits in der Planung sollte auch die enge zeitliche Koordinierung der Kampfmittlräumung mit der Untersuchung möglicher Bodenbelastungen berücksichtigt werden.

Die Erkundung, Feststellung und Bergung von Kampfmitteln stellt außergewöhnlich hohe Anforderungen an die gerätetechnische und personelle Ausstattung der ausführenden Firmen. In der Güteschutzgemeinschaft Kampfmittlräumung Deutschland e.V. (GKD) haben sich Fachfirmen (Räumfirmen), Ingenieurbüros und Systemanbieter, die im Bereich der Kampfmittelsondierung, -bergung und -räumung tätig sind, zusammengeschlossen. Ziel der GKD ist es, die Öffentlichkeit vor den von Kampfmitteln ausgehenden Gefahren zu schützen und die Gefahren für die vor Ort tätigen Mitarbeiter durch die Festlegung von Qualitätsstandards und deren Überwachung durch die GKD zu minimieren.

Neben den für die Kampfmittelerkundung und -räumung grundsätzlich zu beachtenden Gesetzen, Unfallverhütungsvorschriften (BGV), berufsgenossenschaftlichen Richtlinien, Merkblättern und Sicherheitsregeln (BGR) werden für die Mitgliedsunternehmen des GKD in den Güte- und Prüfbestimmungen (Stand Juni 2001) zusätzliche Anforderungen an die ausführenden Unternehmen, an die Qualifikation des Personals, an die geräte- und maschinentechnische Ausrüstung und an die Räumstellenorganisation definiert.

Neben der Festlegung von Qualitätsstandards wurde durch die GKD ein Musterleistungsverzeichnis für die unterschiedlichen Verfahren der Kampfmittelerkundung, -räumung und -bergung herausgegeben. Dieses Musterleistungsverzeichnis wurde der Struktur der Leistungsbeschreibungen und -register in den Kapiteln 10.1-10.8 zu Grunde gelegt. Es kann als Ausschreibungshilfe bei der Definition von Leistungen zur Kampfmittelerkundung und -räumung verwendet werden.

Für Bohrarbeiten im Rahmen von Voruntersuchungen gibt es seitens der Bezirksregierungen der Bundesländer Empfehlungen bzw. Auflagen für die Ausführung, die vorab zu prüfen sind. Exemplarisch werden nachfolgend die Vorgehensweisen bei der Altlastenerkundung (Boden-, Bodenluft-, Grundwasseruntersuchungen) in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen beschrieben.

Nordrhein-Westfalen	Baden-Württemberg
Kleinrammbohrungen bis 50 mm:	• Prüfen vorhandener Luftbilder (Stadtarchive) • Bohransatzpunkte durch KMRD freimessen • Anlegen von Schürfgruben unter Aufsicht des KMRD • Anlegen von Vorschachtungen zur Überprüfung der Schachtsohle mit Suchgeräten
Bohrungen > 50 mm:	In kampfmittelbelasteten Bereichen:
• ohne Überprüfung durch KMRD • 0-4 m Vorbohren mit Schnecke > 100 mm • Versetzen um > 2 m bei Antreffen von Widerständen unterhalb Geländeniveau	• Sondierungsbohrungen mit Schnecke durch zugelassene Fachfirma + Bohrlochmessungen unmittelbar neben Bohransatzpunkt für Probenahme • alternativ: Schneckenbohrung durch zugelassene Fachfirma + Probenahme aus Schnecke
Verdacht auf Kampfmittel:	
• Einstellen der Arbeiten, Benachrichtigen KMRD	• Einsatz von Geo-Radar

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für alle Teilleistungsbereiche zusammenfassend dargestellt.

Literatur

Gesetze und Verordnungen (Bundesrecht)

Ausführungsgesetz zu Art. 26 Abs. 2 des Grundgesetzes (Gesetz über die Kontrolle von Kriegswaffen) v. 20.04.1961 i.d.F. vom 11.11.1990 (BGBl. I S. 2507) mit Anlage zu Kriegswaffenliste, geändert am 14.05.1997 (BGBl. I S. 1059).

Gefahrgutverordnung Straße (GGVS) vom 12.12.1996 (BGBl. I S. 1886)

Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte der Arbeitssicherheit (Arbeitssicherheitsgesetz) vom 12.12.1973 (BGBl. I S. 1885), geändert am 25.09.1996 (BGBl. I S. 1476).

Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG) i.d.F. vom 17.04.1986 (BGBl. I S. 577), geändert am 23.06.1998 (BGBl. I S. 1530).

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG) in der Fassung vom 25. Juli 1995 (BGBl. I S. 1703), letzte Änderung 2001 (BGBl. I S. 2331).

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26.10.1993 (BGBl. I S. 1782) in der Fassung der Vierten Verordnung zur Änderung der Gefahrstoffverordnung vom 15.10.2002 (BGBl. I S. 4123).

Waffengesetz (WaffG) i.d.F. vom 08.03.1976 (BGBl. I S. 432), geändert am 19.10.1994.

Gesetze und Verordnungen (Landesrecht)

Bayern: Beseitigung aufgefundener Kampfmittel (Bekanntmachung des Bayer. Staatsministeriums des Inneren vom 22.01.1974, MAB1 Nr. 8/1974).

Brandenburg: Ordnungsbehördliche Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung für das Land Brandenburg - KampfmV) vom 23.11.1998 (Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Brandenburg Teil II - Nr.30 vom 14.12.1998).

Hamburg: Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel vom 26.06.1990 (Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 23/90).

Mecklenburg-Vorpommern: Landesverordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung) vom 08.06.1993 (GS Meckl.-Vorp. Gl. Nr. 2011-1-1).

Niedersachsen: Gesetz über Sicherheit und Ordnung des Landes i.d.F. vom 17.11.1981 (Niedersächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt S.347).

Nordrhein-Westfalen: Ordnungsbehördliche Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung) vom 03.11.1993.

Sachsen: Polizeiverordnung des Sächsischen Staatsministeriums des Inneren zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung) vom 04.02.1994 (Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 11/94) einschl. Änderung vom 11.04.1995 (Sächsisches Amtsblatt Nr. 23 vom 11.05.1995).

Sachsen-Anhalt: Gefahrenabwehrverordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (KampfM-GAVO) vom 05.05.1995 (Gesetz- und Verordnungsblatt LSA Nr. 14/95 vom 11.05.1995).

Schleswig-Holstein: Landesverordnung zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Kampfmittel (KampfMGAVO) vom 26.09.1996 (Thüringer Staatsanzeiger Nr. 42/96, S. 1894 f.) einschl. Ergänzungen vom 23.02.1998 (betr. Firmenbeauftragung) und vom 22.01.1999 (betr. Anzeigepflicht).

Berufsgenossenschaftliche Regelwerke

BGI 660: Allgemeine Schutzvorschriften für den Umgang mit Gefahrstoffen von 01/1994.

BGI 833: Sicherheitshinweise für den Einsatz von Separieranlagen bei der Bergung von Fundmunition (Kampfmittelräumung)

BGR 114: Zerlegung von Gegenständen mit Explosivstoff oder Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff von 01/1996.

BGR 134: Ausstattung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern von 04/1994, aktualisierte Fassung 1996.

BGV A5: Explosivstoffe – Allgemeine Vorschrift vom 01.04.1995 / 10.01.1997, Durchführungsanweisung von 04/1995.

BGV B1: Umgang mit Gefahrstoffen vom 01.04.1999 Durchführungsanweisung von 04/1999.

BGV C23: Taucherarbeiten vom 01.01.1979 / 01.01.1997 Durchführungsanweisung von 10/1984.

BGV C24: Sprengarbeiten vom 01.04.1985 / 01.10.1997, Durchführungsanweisung von 10/1994.

BGV D23: Sprengkörper und Hohlkörper im Schrott vom 01.04.1978 / 01.04.1982, Durchführungsanweisung von 04/1982.

BGV D44: Munition vom 01.10.1988 / 01.01.1997, Durchführungsanweisung von 10/1998.

Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter für die Planung und Ausführung von Leistungen zur Kampfmittelerkundung und –bergung können z. B. über das Internetportal der Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e.V. (GKD) www.gkd-kampfmittelraeumung.de recherchiert werden. Darüber hinaus existieren weitere qualifizierte Unternehmen zur Kampfmittelerkundung und –räumung.

10.1 Baubegleitende Kampfmittelsuche und -bergung

10.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich umfasst alle Maßnahmen, die notwendig sind, um die Sicherheit auf Baustellen zu gewährleisten, über die keine konkreten Erkenntnisse einer Kampfmittelgefährdung vorliegen.

Zu diesen Maßnahmen gehören folgende Teilleistungen:

- Vermessung (falls vom Auftraggeber gewünscht)
Die Vermessung umfasst die Feststellung geeigneter Koordinaten und die Markierung von Punkten in einem geeigneten Koordinatensystem. Das Einmessen der Gesamtfläche kann sowohl mit GPS als auch mit herkömmlichen Vermessungsverfahren erfolgen.
- Festlegung der zu überwachenden Arbeiten
Die Festlegung der zu überwachenden Arbeiten (z. B. Aushub oder Rückbau) erfolgt zum Baustellenbeginn gemeinsam mit dem Auftraggeber und den bauausführenden Unternehmen.
- Baustelleneinrichtung (soweit erforderlich)
Vor dem Hintergrund einer koordinierten und umfassenden Baustellenorganisation ist es von Vorteil, die Baustelleneinrichtung und – sofern vorhanden - die Rettungskette der Firmen mit zu benutzen, die die zu überwachenden Arbeiten ausführen.
- Überwachung der festgelegten Arbeiten
Aushub- oder Rückbauarbeiten werden durch eine ausreichende Anzahl von Feuerwerkern und geschultem Munitionsfachpersonal beaufsichtigt. Diese gewährleisten in Verdachtsfällen die kampfmitteltechnische Sicherheit durch vorsorgliches punktuelltes Sondieren. Sie können jederzeit die Bauarbeiten einstellen lassen, um die notwendige Sicherheit herzustellen.
- Bergen einzelner Munitions- und Waffenteile während der Durchführung der festgelegten Arbeiten
Zufällige Funde werden durch einen Feuerwerker identifiziert und ordnungsgemäß in geeigneten Behältern zum Abtransport bereitgestellt.
- Bereitstellung von Munitions- und Waffenteilen zur Abholung
Am Ende eines Arbeitstages werden sämtliche Munition, Munitionsteile, Waffen und Waffenteile durch autorisierte Stellen von der Räumstelle entfernt oder den lokalen Festlegungen entsprechend zur Abholung bereitgestellt.
- Entsorgung von Munitions- und Waffenteilen
Der Transport und die Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen ist eine hoheitliche Aufgabe der Länder und erfolgt in der Regel durch staatliche Stellen. Nicht transportfähige Munition ist vor Ort zu sprengen oder zu entschärfen. Auch diese Leistungen erfolgen nach länderspezifischen Bestimmungen in der Regel durch die Kampfmittelräumdienste der Länder.
- Nachweis der baubegleitenden Kampfmittelsuche und -bergung
Während der Baubegleitung sind Tagesprotokolle über den Arbeitsverlauf und mögliche Funde von Munitions- und Waffenteilen zu führen. Bei Fertigstellung der Maßnahme ist ein Abschlussbericht zu erstellen und - falls Munitions- oder Waffenteile gefunden wurden - ordnungsgemäße Objektlisten zu übergeben.

- die Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung auf den Räumstellen erfolgt durch Eigenüberwachung der Firmen. Externe Qualitätskontrollen können durch den Auftraggeber bzw. die Güteschutzgemeinschaft Kampfmittleräumung Deutschland e.V. angeordnet werden.

10.1.2 Kostenermittlung

10.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Die Leistungen für die baubegleitende Kampfmittelerkundung und -bergung werden nach Stunden- bzw. Tages-sätzen für das Personal und die erforderlichen Maschinen abgerechnet.

Die Abrechnung der Baustelleneinrichtung und der Abschlussdokumentation erfolgt pauschal.

10.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründungen
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten

LB-AF Nr.	Leistungsbereich
10 10 00	Baubegleitende Kampfmittelerkundung und -bergung

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
10 11 00	Baustelleneinrichtung					
01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung herstellen, vorhalten und räumen	psch.	#	#	#	0
10 12 00	Kampfmittelsuche und -bergung					
01	Überprüfung eines Bohransatzpunktes auf Kampfmittelfreiheit	Stck.	7,70	76,70	20,19	49
02	Kampfmittelerkundung im Bereich des oberflächennahen Bodenaushub (0-2 m) durch ständige Begleitung der Arbeitsgeräte vor Ort durch 2 Mitarbeiter, Unterweisung vorab durch Fachpersonal	d	357,90	1.514,30	657,04	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 10 00 Baubegleitende Kampfmittelerkundung und -bergung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	03	Aushubüberwachung durch Feuerwerker und Munitionsfachkundigen mit Sonde zur Beobachtung und Absicherung von Erd- und Abbrucharbeiten auf Baustellen, über die keine konkreten Erkenntnisse einer Kampfmittelgefährdung vorliegen	d	310,00	1.086,50	589,62	9
	04	Bergungstrupp zur manuellen Bergung von Verdachtspunkten ohne Baugerät	d	1.079,00	1.225,00	1.160,00	3
	05	großer Bergungstrupp mit Hydraulikbagger zur maschinellen Bergung von Verdachtspunkten	d	1.662,00	1.662,00	1.662,00	1
	06	Kleintransporter bereitstellen	d	#	#	#	0
	07	Munitionsbehälter für Munitions- oder Waffenteile bereitstellen, zugelassen für die Bereitstellung zur Abholung	d	#	#	#	0
10 13	00	Sonstige Leistungen					
	01	GPS-Ausrüstung für die Vermessung bereitstellen	d	#	#	#	0
	02	Konventionelle Vermessungseinrichtung bereitstellen (Theodolit, Maßbänder etc.)	d	#	#	#	0
	03	Stillstand der Aushubarbeiten beim Auffinden von Kampfmitteln, Räumen der Baugrube	h	148,27	488,13	281,54	6
10 14	00	Dokumentation					
	01	Abschlussbericht, Dokumentation und Bestandsplan	psch.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

10.2 Kampfmittelsondierung und -bergung auf Freiflächen

10.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich umfasst alle Maßnahmen, die notwendig sind, um eine definierte Fläche ganz oder teilweise von Kampfmitteln aller Art zu räumen. Die jeweilige Räumtiefe unter Geländeoberkante (GOK) ist für die Gesamtfläche oder für einzelne Teilflächen vorab festzulegen.

Zur Ausführung dieser Leistungen gehören folgende Teilleistungen:

- Vermessung

Die Vermessung umfasst die Feststellung geeigneter Koordinaten und die Markierung von Punkten in einem geeigneten Koordinatensystem. Das Einmessen der Gesamtfläche kann sowohl mit Differential GPS als auch mit herkömmlichen Vermessungsverfahren erfolgen.

- Markierung der Räumabschnitte bzw. -felder

Vor Beginn der Räumarbeiten ist die Gesamtfläche in Räumfelder (Parzellen) zu unterteilen und die Reihenfolge der zu räumenden Parzellen festzulegen. Im Anschluss werden festgelegten Räumabschnitte mit nichtmetallischem Material im Gelände markiert.

- Baustelleneinrichtung auf der Räumstelle

Bei der Festlegung des Standortes der Baustelleneinrichtung ist zu gewährleisten, dass

die Erreichbarkeit mit Fahrzeugen möglich ist (evtl. Wegebau),

die Wege zu den Räumfeldern möglichst kurz sind,

die Fläche für die Baustelleneinrichtung, falls sie sich auf dem zu räumenden Areal befindet, zuerst geräumt wird,

eine Rettungskette aufgebaut werden kann (evtl. Hubschrauberlandeplatz),

die Anfahrtswege gekennzeichnet werden.

- Wegebau (soweit erforderlich)
- Herstellung der Sondier- und Räumfreiheit

Die Begehrbarkeit der Fläche ist zu gewährleisten. Hohes Gras, sonstiger Bewuchs und ggf. Bäume sind vor Beginn der Sondierung/Räumung zu beseitigen. Eventuell vorhandene natürliche oder künstliche Hindernisse sind zu beseitigen bzw. die entsprechenden Gebiete sind von der Flächenräumung auszu-schließen.

- Sondieren und Räumen der Fläche

Die markierten Parzellen werden durch Pflöcke und/oder Trassierband in Streifen aufgeteilt und von Sondierern und Räumarbeitern bearbeitet.

Bei entsprechender Anzeige der eingesetzten Sondiergeräte wird die Lage des Störpunktes bestimmt und der Störpunkt geöffnet bzw. der Störkörper freigelegt. Dieser Vorgang wird bis zur endgültigen Klärung der Störursache wiederholt. Bei tiefer liegenden Störpunkten kann ein zusätzlicher Technikein-satz (Bagger) erfolgen.

- Bereitstellung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott zur Abholung

Am Ende eines Arbeitstages werden sämtliche Munition, Munitionsteile, Waffen und Waffenteile durch autorisierte Stellen von der Räumstelle entfernt oder den lokalen Festlegungen entsprechend zur Abho-lung bereitgestellt.

- Transport und Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott

Der Transport und die Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen ist eine hoheitliche Aufgabe der Länder und erfolgt in der Regel durch staatliche Stellen. Nicht transportfähige Munition ist vor Ort zu sprengen oder zu entschärfen. Auch diese Leistungen erfolgen nach länderrrecht-lichen Bestimmungen in der Regel durch die Kampfmittelräumdienste der Länder.

- Nachweis der Sondier- und Räumarbeiten

Der Umfang der Dokumentation und Nachweise wird vor Beginn der Arbeiten festgelegt. Die geforder-ten Daten werden in den Räumstellenprotokollen und dem Abschlussbericht zusammengefasst.

- Abschlusskontrolle und Abnahme sowie die anschließende Übergabe der geräumten Fläche an den Auf-traggeber

Die Abschlusskontrolle und Abnahme erfolgt unmittelbar nach Beendigung der Räumarbeiten.

- die Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung auf den Räumstellen erfolgt durch Eigenüberwachung der Firmen. Externe Qua-litätskontrollen können durch den Auftraggeber bzw. die Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e.V. angeordnet werden.

Nach der Freiflächenräumung gelten die beräumten Flächen bis zur vorgegebenen Räumtiefe als munitionsfrei. Bei geringen Räumtiefen von 0,20 – 0,60 cm ist die Begehrbarkeit der Fläche gewährleistet; für die Befahrbarkeit gibt es hingegen Einschränkungen, für Bauarbeiten kann keine Freigabe erteilt werden.

In Abhängigkeit von der Folgenutzung der zu räumenden Fläche, können Bohrlochsondierungen z. B. im Bereich geplanter Bohrungen / Tiefgründungen erforderlich werden. Diese werden im Kap. 10.4 beschrieben.

10.2.2 Kostenermittlung

10.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Vermessung und Markierung der Räumabschnitte pauschal oder nach Räumfläche	psch.	m ²
Mutterboden abschieben nach Flächengröße	m ²	
Freischneiden / Roden von Gestrüpp und Bäumen bis 11 cm Durchmesser nach Flächengröße	m ²	
Aufnahme von Abfällen und Transport zum Sammelpunkt auf der Räumstelle nach Volumen	m ³	
Aufnahme von Schrott als Räumhindernis und Transport zum Sammelpunkt auf der Räumstelle nach Gewicht	t	
Sondierung und Beräumung von Munitionsteilen und Schrott nach Räumfläche	m ²	
Orten und Bergen von Steinen mit ferromagnetischen Einschlüssen nach Anzahl	Stück	
Beräumung von Munitionsvergrabungen (Sprengtrichter) nach Aushubvolumen	m ³	
Aufnahme von Siebgut und Absieden des Materials nach Volumen	m ³	
Angemessene Verdachtspunkte maschinell / manuell freilegen nach Anzahl	Stück	

10.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründungen
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 20 00 Kampfmittelerkundung und -bergung auf Freiflächen

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
10	21	00 Baustelleneinrichtung					
	01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung herstellen	psch.	#	#	#	0
	02	Vorhalten und Betreiben der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
	03	Vorhalten der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
	04	Räumen der Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
	05	Vorhalten und Einsetzen eines geländegängigen Fahrzeuges als Rettungsfahrzeug in Notfällen	d	#	#	#	0
	06	Wege wiederherstellen in den Zustand vor Beginn der Räummaßnahmen	m²	#	#	#	0
	07	Wege wiederherstellen in den Zustand vor Beginn der Räummaßnahmen (Länge ca. 5 km)	lkm	0,04	0,61	0,24	6
	08	Einbaumaterial zur Wegeherrichtung liefern frei Räumstelle incl. Laden und Transport auf der Räumstelle bis zu Transportentfernung von 2 km	m³	#	#	#	0
	09	Kennzeichnung der An- und Abfahrtswege, Herrichten der Feuerwehr- und Rettungszufahrten	psch.	#	#	#	0
	10	Munitionssammelstelle einrichten, vorhalten und räumen gem. gültigen Richtlinien und Gesetzen	psch.	59,00	24.924,00	4.921,55	11
	11	Beschilderung der Räumstelle zum Schutz vor unbefugtem Betreten, Metallschild auf Betonsockel	Stck.	38,00	205,00	109,17	6
10	22	00 Vermessung und Markierung der Räumabschnitte und Verdachtspunkte					
	01	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte mittels DGPS (Genauigkeit +/- 1 m), Einrichten eines Parzellengitters	psch.	#	#	#	0
	02	Markieren der Räumfelder im Gelände	psch.	#	#	#	0
	03	Planquadrate von 50 x 50 m auf der Räumfläche einmessen und abstecken	m²	0,01	0,26	0,09	11
	04	Einmessen von Verdachtspunkten mittels DGPS mit Genauigkeit von +/- 1 m, inkl. Lieferung der Vermessungsdaten	Stck.	6,65	23,00	11,69	6
10	23	00 Herstellen der Räum- und Sondierfreiheit					
	01	Freischneiden und Roden von Gestrüpp, Aufwuchs, Bäumen bis 11 cm Durchmesser und Unterholz zur Sondierung und Beräumung der Flächen mit Lagerung auf benachbarter Fläche (max. 400 m Förderweg)	m²	0,01	0,23	0,07	6
	02	Räumflächen von Gras und Heidekraut freischneiden, Material aufnehmen und verwerten / entsorgen	m²	0,05	0,15	0,11	5
	03	Räumflächen von Unterholz und Wildwuchs bis 1,0 m Höhe freischneiden, Material aufnehmen und verwerten / entsorgen	m²	0,05	4,10	0,94	5
	04	Bäume fällen über 11 bis 30 cm Durchmesser, einschl. roden der Wurzelstöcke, Bäume in Länge von 1 m schneiden und außerhalb des Räumgeländes in messbaren Stapeln lagern, Förderweg bis ... km	Stck.	#	#	#	0
	05	Transport des Schnittgutes zum Ablagerungsort auf der Räumstelle bis ... km	m³	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
10 20 00 Kampfmittelerkundung und -bergung auf Freiflächen

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	06	Laden, Transportieren und Entsorgen des Schnittgutes	m³	#	#	#	0
	07	Aufnahme von als Räumhindernis erkennbaren Abfällen, Bauschutt u.ä., inkl. Ablagerung am Sammelpunkt in bis zu ... km Entfernung, ohne Entsorgungskosten	t	77,00	179,00	131,40	5
	08	Aufnahme von Schrott als Räumhindernis, Transport zum Sammelpunkt und Bildung von Haufwerken bzw. Deponierung in Containern. Die Abrechnung der Container erfolgt in einer gesonderten Position	t	#	#	#	0
10 24	00	Sondierung und Beräumung					
	01	Oberflächensondierung auf Freiflächen, incl. Auswertedokumentation	m²	0,12	0,91	0,46	13
	02	Verdachtsfläche systematisch auf Kampfmittel mit Geomagnetik / Landsonde (Suchstufe 4) detektieren; angemessene Verdachtspunkte, Stellungen, Sprengtrichter kennzeichnen	m²	0,11	0,44	0,26	5
	03	Verdachtsfläche mit MSG nachsondieren, angemessene Verdachtspunkte zur Beräumung kennzeichnen	m²	0,10	0,87	0,34	5
	04	munitionsbelastete Fläche bis 0,40 m u. GOK beräumen nach Wahl des AN maschinell oder manuell, Oberfläche wieder herrichten	m²	2,02	5,05	2,87	5
	05	Sondierung und Beräumung des Bereiches von Munition für eine Belastung entsprechend der Testfeldberäumung. Abrechnungsgrundlage bilden die täglichen Munitionsübergabeprotokolle	m²	#	#	#	0
	06	Sondierung und Beräumung des Bereiches von Munitionsteilen und Schrott für die Belastung entsprechend der Testfeldberäumung. Abrechnungsgrundlage bilden die täglichen Munitionsübergabeprotokolle bzw. Nachweise über die Stückzahlen des gefundenen Schrottes	m²	#	#	#	0
	07	Orten und Bergen von Steinen mit ferromagnetischen Einschlüssen in Zusammenhang mit der Munitionsbergung. Belastung entsprechend der Testfeldberäumung. Die Steine sind im zugewiesenen Randbereich auf bereits abgenommenen Flächen in messbaren Haufen zu lagern	Stck.	#	#	#	0
	08	Abschieben bis ... m Tiefe von besonders stark mit Störwerten belasteten Bereichen, in Abstimmung mit der Bauleitung, Bildung von Haufwerken an vorgegebenen Orten	m²	#	#	#	0
	09	vollständige Beräumung von Munitionsvergrabungen (Sprengtrichter) ohne Verbau, ohne Wasserhaltung, durch maschinellen oder manuellen Aushub. Aushub aussieben und Boden wieder einbringen. Abrechnungsgrundlage ist die feste Masse	m³	0,53	87,40	13,80	11
	10	vollständige Beräumung von Munitionsvergrabungen (Sprengtrichter) bis 6 m Tiefe ohne Verbau, ohne Wasserhaltung, durch maschinellen Aushub. Abrechnungsgrundlage ist die feste Masse	m³	0,67	7,82	4,67	6
	11	Oberflächensondierung (visuell und technisch gestützt) auf Freiflächen, Bergung von Munition und sonstiger zündfähiger Teile vor Aufnahme des Siebgutes	m²	0,04	0,45	0,14	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 20 00 Kampfmittelerkundung und -bergung auf Freiflächen

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	12	Aufnahmen von Siebgut bis zu einer Tiefe von 40 cm incl. Transport des Materials zur Siebanlage und Rücktransport von Haufwerken zum Verbringungsort; Munitions (-schrott) ist fachgerecht zu bergen und zum Abtransport zu lagern, (max. 600 m Förderweg)	m³	0,70	2,71	1,83	6
	13	Sieben von Material, Sondieren, Beräumen und Kennzeichnen der Verdachtspunkte	m³	1,63	4,09	2,79	6
	14	Sondierung von Verdachtsflächen an zu erhaltenden Bäumen mit Geomagnetik/ Landsonde (Suchstufe 4); angemessene Verdachtspunkte bis 0,40 m u. GOK manuell freilegen; Kampfmittel, Munition etc. fachgerecht bergen und für Abtransport lagern	m²	0,19	2,61	1,15	6
	15	Sondierung von Verdachtsflächen an zu erhaltenden Bäumen mit MSG; angemessene Verdachtspunkte bis 0,40 m u. GOK manuell freilegen; Munition aus Nichteisenmetallen fachgerecht bergen und für Abtransport lagern	m²	0,19	2,61	1,15	6
	16	Verdachtsfläche (0,40 m u. GOK) systematisch auf Kampfmittel mit Geomagnetik/ Landsonde (Suchstufe 4) nach angemessenen Verdachtspunkten tiefer als 0,40 m u. GOK detektieren	m²	0,05	0,22	0,16	6
	17	Verdachtsfläche (0,40 m u. GOK) mit MSG nach angemessenen Verdachtspunkten tiefer als 0,40 m u. GOK sondieren	m²	0,04	0,35	0,21	6
	18	Angemessene Verdachtspunkte tiefer als 0,40 m u. GOK fachgerecht maschinell/ manuell freilegen, Objekte bergen und für Abtransport lagern	Stck.	2,90	76,70	33,31	6
	19	Angemessene Verdachtspunkte tiefer als 0,40 m u. GOK mit einem Pflock kennzeichnen	Stck.	0,64	23,00	4,98	6
10	25	00 Dokumentation					
	01	Abschlussbericht, Dokumentation und Bestandsplan	psch.	154,00	3.834,00	827,64	11
	02	Belastungskarte mit Kennzeichnung von untersuchten Flächen, beräumten Sprengtrichtern, Belastung je Planquadrat, Besonderheiten	psch.	256,00	4.602,00	1.315,73	11
	03	Luftbildauswertung, mindestens eine Befliegung, inkl. planlicher Darstellung aller erkannten kampfmittelrelevanten Objekte	Stck.	1.500,00	3.500,00	2.080,40	6
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

10.3 Computergestützte Oberflächensondierung

10.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Unter Leistungsbereich versteht man alle Maßnahmen, die notwendig sind, um innerhalb einer definierten Fläche mittels computergestützten Sondiersystemen Unregelmäßigkeiten, die Verdacht auf Kampfmittel im Boden begründen, von der Oberfläche aus aufzuzeichnen. Erkennbare Anomalien im Boden werden dabei mittels geeigneter Softwarelösungen erfasst und dargestellt.

Anhand der computergestützten Kampfmittelsondierung wird eine Dokumentation über Magnetfeldanomalien bzw. Störkörper in einem vorgegebenen Areal angefertigt. Sie gibt Auskunft über Häufigkeit, Lage und Größe der detektierten Unregelmäßigkeiten und ermöglicht dadurch eine Aussage zu eventuell notwendigen Kampfmittelräummaßnahmen. Im Anschluss an die Computersondierung wird häufig eine Testfeldberäumung durchgeführt. (s. Kap. 10.8).

Eine Computersondierung kann auch zur Qualitätskontrolle nach Abschluss von Kampfmittelräumarbeiten eingesetzt werden.

Zur Ausführung dieser Leistung gehören folgende Teilleistungen:

- Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung ist abhängig von der Größe und dem Schwierigkeitsgrad des zu sondierenden Geländes und davon, ob nur die Feldmessungen oder auch die Datenverarbeitung auf der Sondierstelle durchgeführt werden.

Bei der Festlegung des Standortes der Baustelleneinrichtung ist zu gewährleisten, dass

die Erreichbarkeit mit Fahrzeugen möglich ist (evtl. Wegebau),

die Wege zu den Sondierflächen möglichst kurz sind,

die Anfahrtswege gekennzeichnet werden,

Befahrensgenehmigungen für die Baustellenfahrzeuge (z. B. für forstwirtschaftliche Wege oder für durch die Bundeswehr genutzte Truppenübungsplätze) vorhanden sind,

Versorgung mit Baustrom erfolgen kann,

die Festlegung des Standortes mit den jeweiligen Eigentümern erfolgt.

Eine Baustelleneinrichtung ist bei Einsatz mobiler Messfahrzeuge nicht unbedingt erforderlich.

- Einmessen der zu sondierenden Flächen, sofern die DGPS-gestützte Koordinatenerfassung nicht Bestandteil des Sondiervfahrens ist

Die Vermessung umfasst die Feststellung geeigneter Koordinaten und deren Markierung. Das Einmessen der Fläche kann sowohl mit Differential-GPS als auch mit herkömmlichen Vermessungsverfahren erfolgen. Die Unterteilung der Gesamtfläche erfolgt in Abhängigkeit vom jeweiligen Sondiervfahren. Die einzelnen Sondierfelder werden nummeriert und in Lageplänen eingetragen.

- Herstellung der Sondierfreiheit

Die Begehrbarkeit bzw. Befahrbarkeit der Untersuchungsfläche ist zu gewährleisten. Störender Bewuchs ist vor Beginn der Sondierarbeiten zu beseitigen. Eventuell vorhandene natürliche oder künstliche Hindernisse sind zu beseitigen bzw. die entsprechenden Flächen sind von den Sondierarbeiten auszuschließen.

- Markierung der Gesamtfläche und der Teilflächen

Vor Beginn der Sondierung wird die Reihenfolge der zu sondierenden Teilflächen festgelegt. Die jeweiligen Eckpunkte der Gesamtfläche werden mit nichtmetallischem Material im Gelände markiert.

Die Größe der Teilflächen, das Messverfahren und die Meßmethode werden in Abhängigkeit von der Beschaffenheit und der Art der Fläche (Bodenprofil, Forstfläche, sonstiger Bewuchs bzw. nicht berräumbare Hindernisse) festgelegt.

- Sondierung der Fläche

Gebräuchlich ist die Feststellung von Magnetfeldanomalien mittels Magnetsonden. Im Falle der computergestützten Sondierung werden die Messgeräte mit Dataloggern ausgestattet, die die aufgenommenen Sondersignale in eine spezielle Software zur Auswertung übertragen. Je nach Anwendungsfall können die Messungen mit Einzelsonden oder Mehrfachsondenarrays ausgeführt werden. Bei allen Verfahren ist es möglich, die Messungen mit DGPS-Unterstützung auszuführen. Dabei werden die gemessenen Anomaliewerte automatisch mit den Koordinaten der Messungen gekoppelt.

- Auswertung der Feldmessungen mit Bearbeitungsvorschlägen für eine eventuell folgende Kampfmittelräumung

Über die Auswertung der Datalogger werden die aufgenommenen Anomalien der Feldmessungen in farbigen Grafiken visualisiert und geben somit über die Belastung einer Fläche mit Störkörpern Auskunft. Zusätzlich wird die Bestimmung der vertikalen und horizontalen Lage von Störkörpern über x-, y- und z-Koordinaten ermöglicht. Die Daten werden in Objektlisten zusammengestellt. Daraus ergibt sich eine Dokumentation (Abschlussbericht) zur Notwendigkeit von Räumungsmaßnahmen in dem sondierten Areal.

- Nachweis der durchgeführten Arbeiten.

10.3.2 Kostenermittlung

10.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Vermessung und Markierung der Räumabschnitte pauschal oder nach Räumfläche	psch.	m ²
Freischneiden / Roden von Gestrüpp und Bäumen bis 11 cm Durchmesser nach Flächengröße	m ²	
Aufnahme von Abfällen und Transport zum Sammelpunkt auf der Räumstelle nach Volumen	m ³	
Aufnahme von Schrott als Räumhindernis und Transport zum Sammelpunkt auf der Räumstelle nach Gewicht	t	
Computergestützte Flächensondierung nach Räumfläche	m ²	

10.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründungen
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 30 00 Computergestützte Oberflächensondierung

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
10	31	00	Baustelleneinrichtung					
		01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung herstellen	psch.	#	#	#	0
		02	Vorhalten und Betreiben der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
		03	Vorhalten der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
		04	Räumen der Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
		05	Vorhalten und Einsetzen eines geländegängigen Fahrzeuges als Rettungsfahrzeug in Notfällen	d	#	#	#	0
		06	Kennzeichnung der An- und Abfahrtswege, Herrichten der Feuerwehr- und Rettungszufahrten	psch.	#	#	#	0
		07	Munitionssammelstelle einrichten, vorhalten und räumen gem. gültigen Richtlinien und Gesetzen	psch.	286,00	24.924,00	7.099,17	6
		08	Beschilderung der Räumstelle zum Schutz vor unbefugtem Betreten, Metallschild auf Betonsockel	Stck.	38,00	205,00	109,17	6
10	32	00	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte					
		01	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte mittels DGPS (Genauigkeit +/- 1 m), Einrichten eines Parzellengitters	psch.	#	#	#	0
		02	Markieren der Räumfelder im Gelände	psch.	#	#	#	0
		03	Planquadrante von 50 x 50 m auf der Räumfläche einmessen und abstecken	m ²	0,01	0,21	0,06	6
10	33	00	Herstellen der Sondierfreiheit, Vorarbeiten					
		01	Freischneiden und Roden von Gestrüpp, Aufwuchs, Bäumen bis 11 cm Durchmesser und Unterholz zur Sondierung und Beräumung der Flächen mit Lagerung auf benachbarter Fläche (max. 400 m Förderweg)	m ²	0,01	0,23	0,07	6
		02	Transport des Schnittgutes bis ... km zum Ablagerungsort auf dem zu sondierenden Areal	m ³	#	#	#	0
		03	Laden, Transportieren und Entsorgen des Schnittgutes	m ³	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 30 00 Computergestützte Oberflächensondierung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	04	Aufnahme von als Räumhindernis erkennbaren Abfällen, inkl. Ablagerung am Sammelpunkt in bis zu ... km Entfernung, ohne Entsorgungskosten	m³	#	#	#	0
	05	Aufnahme von Schrott als Räumhindernis, Transport zum Sammelpunkt und Bildung von Haufwerken bzw. Deponierung in Containern. Die Abrechnung der Container erfolgt in einer gesonderten Position	t	#	#	#	0
10	34	00 Computergestützte Sondierung					
	01	Sondierung des zu untersuchenden Areals	m²	0,12	0,12	0,12	1
	02	Sondierung des zu untersuchenden Areals inkl. Auswertedokumentation	m²	0,11	0,64	0,21	8
		bis 500 m²		0,64	0,64	x 3,0	
		bis 1.500 m²		0,21	0,21	x 1,0	
		bis 2.000 m²		0,19	0,19	x 0,9	
		bis 3.000 m²		0,15	0,15	x 0,7	
		bis 5.000 m²		#	#	x #	
		bis 7.500 m²		0,13	0,13	x 0,6	
		> 7.500 m²		0,11	0,11	x 0,5	
10	35	00 Dokumentation					
	01	Abschlussbericht, Dokumentation und Bestandsplan	psch.	64,00	64,00	64,00	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

10.4 Kampfmittelsondierung und –bergung in und auf baulichen Anlagen oder anthropogenen Auffüllungen

10.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

In diesem Leistungsbereich werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die notwendig sind, bauliche Anlagen oder anthropogene Auffüllungen von Kampfmitteln aller Art zu räumen. Dies wird in kombinierten Verfahren aus Flächenräumung (häufig unter vorhergehendem kontrollierten Abschieben von Schuttmassen) und Bohrlochsondierung erreicht. Dabei ist unter der Flächenräumung die Gesamtheit der notwendigen Maßnahmen zu verstehen, eine definierte Fläche ganz oder teilweise bis zu einer bestimmten Tiefe unter GOK von Kampfmitteln zu räumen.

Bei der Bohrlochsondierung handelt es sich um das Niederbringen von Bohrungen in einem Raster bis zu einer bestimmten Tiefe unter GOK mit anschließenden Messungen auf Störkörper im Erdreich durch in die Bohrlöcher eingelassene Sonden. In den abgebohrten Bereichen können dann, im Gegensatz zur reinen Flächensondierung, auch Spezialtiefbauarbeiten (z. B. Spundwandverbau, Pfahlgründungen) durchgeführt werden.

Zur Ausführung der o.g. Leistungen gehören folgende Teilleistungen:

- Vermessung

Die Vermessung umfasst die Feststellung geeigneter Koordinaten und die Markierung von Punkten in einem geeigneten Koordinatensystem. Das Einmessen der Gesamtfläche kann sowohl mit Differential-GPS als auch mit herkömmlichen Vermessungsverfahren erfolgen.

Die Festlegung der erforderlichen Bohrpunkte erfolgt nach folgenden Kriterien:

Achsen für Spezialtiefbaumaßnahmen werden ein- oder doppelreihig im Abstand von 1,5 m abgebohrt.

Einzelpunkte für Erkundungs- oder Spezialtiefbaumaßnahmen werden mit je 3 Bohrungen im Abstand von 1,5 m abgebohrt. Unterschreitet die Tiefbaumaßnahme den sondierbaren Durchmesser von 1,5 m deutlich, kann je nach Belastungsgrad der Fläche die Sondierung auch mit einer Bohrung erfolgen.

In jedem Fall sind beim Auftreten von Störwerten weitere Sondierungsbohrungen durchzuführen.

- Markierung der Räumabschnitte bzw. Bohrpunkte

Vor Beginn der Räumarbeiten ist die Reihenfolge der zu räumenden Felder und zu sondierenden Bohrpunkte festzulegen. Im Anschluss daran werden die durch die Vermessung festgelegten Räumabschnitte und Bohrpunkte mit nichtmetallischem Material im Gelände markiert. Bei besonders kleinen Flächen (bis 3000 m²) - z. B. Baugruben - kann auf eine Einteilung verzichtet werden.

- Baustelleneinrichtung

Bei der Festlegung des Standortes der Baustelleneinrichtung ist zu gewährleisten, dass

die Erreichbarkeit mit Fahrzeugen möglich ist (eventuell Wegebau),

die Wege zu den Räumfeldern möglichst kurz sind,

die Fläche für die Baustelleneinrichtung, falls sie sich auf dem zu räumenden Areal befindet, zuerst sondiert/geräumt wird,

eine Rettungskette aufgebaut werden kann (evtl. Hubschrauberlandeplatz),

die Anfahrtswege gekennzeichnet werden.

Grenzsteine, bauliche Anlagen und Einrichtungen, Ver- und Entsorgungsleitungen sowie sonstige Gegenstände, die bei den Räumarbeiten gefunden wurden, sind zu sichern.

- Herstellung von Baustellenüberfahrten für vorhandene Verkehrswege (soweit erforderlich)

- Feststellung vorhandener Ver- und Entsorgungsleitungen im Räumgebiet und ihre Sicherung

Vor Beginn der Räummaßnahme sind Informationen über die Lage unterirdisch vorhandener Versorgungsleitungen privater und öffentlicher Betreiber einzuholen (Erdgas, Be- und Entwässerungs-, Telefon-, Strom-, Antennen- und Blitzableiterleitungen etc.). Zur Feststellung können Sondierungen und Grabungen erfolgen. Häufig ist der Einsatz von Kabelsuchgeräten notwendig.

- Herstellung der Sondier- und Räumfreiheit

Die Begehrbarkeit der Fläche ist zu gewährleisten. Störender Bewuchs ist vor Beginn der Sondierung/Räumung zu beseitigen. Eventuell vorhandene natürliche oder künstliche Hindernisse sind zu beseitigen bzw. die entsprechenden Gebiete sind von der Flächenräumung auszuschließen.

Das Sondieren und Räumen in und auf baulichen Anlagen ist in der Regel von großen Störfaktoren (Bewehrung in Stahlbeton, Leitungen, eingebaute Metallteile etc.) beeinflusst. Durch die Wahl geeigneter

ter Modi der verwendeten Magnetsonden oder Minensuchgeräte können z. B. parallel zur Suchrichtung verlaufende Störquellen (Leitungen, Zäune, Gleise etc.) ausgeblendet werden.

- Umsetzen von Schuttmassen durch geschultes Personal, u. a. mit durch Panzerglas geschützte Bagger unter Aufsicht eines Feuerwerkers

Vor dem Umsetzen von Schuttmassen einer anthropogenen Auffüllung werden zuerst mit auf geringe Empfindlichkeit eingestellten Sonden größere Störkörper gesucht und beseitigt. Anschließend erfolgt schichtweise der maschinelle Abtrag des Schuttes bis zum Erreichen des gewachsenen Bodens. Der Sondiervorgang wiederholt sich hierbei nach jeder abgeschobenen Schicht. Sowohl Aushub als auch Ablagerung des Materials müssen durch einen Fachkundigen überwacht werden. Das abgetragene Material wird vor dem Wiedereinbau erneut auf Kampfmittel untersucht.

- Flächensondierung und -räumung

Die markierten Parzellen werden durch Pflöcke und/oder Trassierband in Streifen aufgeteilt und von Sondierern und Räumarbeitern bearbeitet. Bei entsprechender Anzeige der eingesetzten Sondiergeräte wird die Lage des Störpunktes bestimmt und der Störpunkt geöffnet bzw. der Störkörper freigelegt. Dieser Vorgang wird bis zur endgültigen Klärung der Störursache wiederholt. Bei tiefer liegenden Störpunkten kann ein zusätzlicher Technikeinsatz (Bagger) erfolgen.

- Bohrlochsondierung sowie Nachgraben auf tiefergelegene durch die Bohrlochsondierung ermittelte Störpunkte

Bei der Bohrlochsondierung - Tiefensondierung für anschließende Spezialtiefbauarbeiten – eingesetzte Bohrverfahren müssen den Einsatz des Sondiervorgangs ohne Störung durch die eingesetzten Bohrwerkzeuge ermöglichen. Derzeit werden für Bohrlochsondierungen Magnetometer eingesetzt. Die Bohrlochaussteifungen und Bohrwerkzeuge, in denen gemessen wird, müssen deshalb aus nicht-ferromagnetischen Werkstoffen bestehen.

In Abhängigkeit von der Standortmorphologie, den örtlichen Verhältnissen, der erforderlichen Bohrlochtiefe etc. können nachfolgende Verfahren eingesetzt werden:

Bohren mit Stahlschnecke in standfestem Boden mit nachfolgendem Einbringen der nichtmagnetischen Aussteifung (z. B. Kunststoffrohre),

Bohren mit Hohlbohrstahlschnecke mit Bohrkopf; in die Schnecke wird danach die nichtmagnetische Aussteifung eingebracht und die Schnecke gezogen,

Bohren mit Aluminium-Hohlbohrschnecke und Sondierung im Gestänge,

Spühlbohrungen mit Glattrohrgestänge (Spülung mit Wasser oder Luft),

direktes Einspülen der Messrohre.

Beim ersten Bohrloch muss das Niederbringen der Bohrung in Ein-Meter-Schritten erfolgen. Dazu wird nach jedem Bohrmeter die Schnecke gezogen und eine Sonde in das Bohrloch eingeführt bzw. in der Aluminium-Hohlbohrschnecke sondiert. Dieses Verfahren wiederholt sich bis zu der gewünschten endgültigen Bohrlochtiefe. Im Anschluss werden im Abstand von 1,5 m zum ersten Bohrloch weitere Bohrungen, nunmehr in einem Arbeitsgang, durchgeführt. Die Sicherheit für eine Folgebohrung wird jeweils durch die Sondierung in dem unmittelbar angrenzenden Bohrloch erreicht. Die Daten der Bohrlochsondierung werden manuell oder durch die Computersondierung erfasst. So entsteht ein Bohrlochprofil, welches über eventuell angrenzende ferromagnetische Materialien Auskunft gibt.

Sofern bei diesen Arbeiten Störkörper festgestellt werden, sind diese mittels Kontrollschachtungen zu identifizieren und zu beseitigen.

- **Bereitstellung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott zur Abholung**
Am Ende eines Arbeitstages werden sämtliche Munition, Munitionsteile, Waffen und Waffenteile durch autorisierte Stellen von der Räumstelle entfernt oder den lokalen Festlegungen entsprechend zur Abholung bereitgestellt.
- **Transport und die Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott**
Der Transport und die Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen ist eine hoheitliche Aufgabe der Länder und erfolgt in der Regel durch staatliche Stellen. Nicht transportfähige Munition ist vor Ort zu sprengen oder zu entschärfen. Auch diese Leistungen erfolgen nach länderrechtlichen Bestimmungen in der Regel durch die Kampfmittelräumdienste der Länder.
- **Nachweis der Räumarbeiten**
Der Umfang der Dokumentation und Nachweise wird vor Beginn der Arbeiten festgelegt. Die geforderten Daten werden in den Räumstellenprotokollen und dem Abschlussbericht zusammengefasst.
- **Abschlusskontrolle und Abnahme sowie die anschließende Übergabe der sondierten/geräumten Fläche an den Auftraggeber**
Die Abschlusskontrolle und Abnahme erfolgt unmittelbar nach Beendigung der Räumarbeiten.
- **Qualitätssicherung**
Die Qualitätssicherung auf den Räumstellen erfolgt durch Eigenüberwachung der Firmen. Externe Qualitätskontrollen können durch den Auftraggeber bzw. die Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e. V. angeordnet werden.

10.4.2 Kostenermittlung

10.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Vermessung und Markierung der Räumabschnitte pauschal oder nach Räumfläche	psch.	m ²
Freischneiden / Roden von Gestrüpp und Bäumen bis 11 cm Durchmesser nach Flächengröße	m ²	
Mutterboden abschieben nach Flächengröße	m ²	
Aufnahme von Abfällen und Transport zum Sammelpunkt auf der Räumstelle nach Volumen	m ³	
Aufnahme von Schrott als Räumhindernis und Transport zum Sammelpunkt auf der Räumstelle nach Gewicht	t	
Flächensondierung auf große Störkörper nach Räumfläche	m ²	
Bergung von großen Störkörpern mittels Bagger nach Anzahl	Stück	
Aufnahme anthropogener Auffüllungen durch Bagger mit optischer Kontrolle und Ausklappen nach Aushubvolumen	m ³	
Vertikalbohrungen und –sondierungen nach Bohrtiefe oder Anzahl	m	Stück
Schrägböhrungen und –sondierungen nach Bohrlänge oder Anzahl	m	Stück
Beräumung von Munitionsvergrabungen (Sprengtrichter) nach Aushubvolumen	m ³	

10.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründungen
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 40 00 Kampfmittelsondierung und -bergung in und auf baulichen Anlagen oder anthropogenen Auffüllungen (Schutt)

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
10 41 00	Baustelleneinrichtung					
01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung herstellen	psch.	2.965,00	2.965,00	2.965,00	1
02	Vorhalten und Betreiben der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
03	Vorhalten der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
04	Räumen der Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
05	Vorhalten und Einsetzen eines geländegängigen Fahrzeuges als Rettungsfahrzeug in Notfällen	d	#	#	#	0
06	Kennzeichnung der An- und Abfahrtswege, Herrichten der Feuerwehr- und Rettungszufahrten	psch.	#	#	#	0
07	Wege wiederherstellen in den Zustand vor Beginn der Räummaßnahmen	m²	#	#	#	0
08	Einbaumaterial zur Wegeherrichtung liefern frei Räumstelle, incl. Laden und Transport auf der Räumstelle bis zu Transportentfernung von 2 km	m³	#	#	#	0
09	Munitionssammelstelle einrichten, vorhalten und räumen gem. gültigen Richtlinien und Gesetzen	psch.	286,00	24.924,00	7.099,17	6
10	Beschilderung der Räumstelle zum Schutz vor unbefugtem Betreten, Metallschild auf Betonsockel	Stck.	38,00	205,00	109,17	6
10 42 00	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte					
01	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte mittels DGPS (Genauigkeit +/- 1 m), Einrichten eines Parzellengitters	psch.	#	#	#	0
02	Markieren der Räumfelder im Gelände	psch.	#	#	#	0
03	Planquadrate von 50 x 50 m auf der Räumfläche einmessen und abstecken	m²	0,01	0,21	0,06	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 40 00 Kampfmittelsondierung und -bergung in und auf baulichen Anlagen oder anthropogenen Auffüllungen (Schutt)

OZ			Text		Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
10	43	00	Herstellen der Sondier- und Räumfreiheit, Vorarbeiten						
		01	Freischneiden und Roden von Gestrüpp, Aufwuchs, Bäumen bis 11 cm Durchmesser und Unterholz zur Sondierung und Beräumung der Flächen mit Lagerung auf benachbarter Fläche (max. 400 m Förderweg)		m²	0,01	0,23	0,07	6
		02	Bäume fällen über 11 bis 30 cm Durchmesser, einschl. roden der Wurzelstöcke, Bäume in Länge von 1 m schneiden und außerhalb des Räumgeländes in messbaren Stapeln lagern, Förderweg bis ... km		Stck.	#	#	#	0
		03	Transport des Schnittgutes bis .. km zum Ablagerungsort auf der Räumstelle		m³	#	#	#	0
		04	Laden, Transportieren und Entsorgen des Schnittgutes		m³	#	#	#	0
		05	Aufnahme von als Räumhindernis erkennbaren Abfällen, inkl. Ablagerung am Sammelpunkt in bis zu ... km Entfernung, ohne Entsorgungskosten		m³	#	#	#	0
		06	Aufnahme von Schrott als Räumhindernis, Transport zum Sammelpunkt und Bildung von Haufwerken bzw. Deponierung in Containern. Die Abrechnung der Container erfolgt in einer gesonderten Position		t	#	#	#	0
10	44	00	Sondierung, Niederbringen von Bohrungen						
		01	Begleiten der Baustelle durch den KMRD		d	1.022,58	1.022,58	1.022,58	1
		02	Sondierung des Räumfeldes auf große Störkörper inkl. Auswertedokumentation		m²	0,15	0,78	0,37	16
			< 1.000 m²			0,18	0,48	x 1,0	
			> 1.000 m²			0,18	0,46	x 0,85	
		03	Freimessen von Bohrpunkten bzgl. Hindernissen und Kampfmitteln je Bohransatzpunkt		Stck.	1,50	4.200,00	120,54	85
		04	Bergung von einzelnen großen Störkörpern mittels Bagger mit Panzerverglasung bis zu einer Tiefe von 1,50 m. Bei größeren Tiefen erfolgt die Abrechnung im Stundenlohn		Stck.	#	#	#	0
		05	anthropogene Auffüllungen mittels eines Baggers mit Panzerverglasung, nach vorherigem Sondieren und optischer Kontrolle unter Entfernung von Kampfmitteln durch einen Feuerwerker aufnehmen, anschließendes Ausklappen des schuttdurchsetzten Aushubs, dann erneute Kontrolle und Entfernen von Kampfmitteln. Abrechnungsgrundlage ist die feste Masse.		m³	#	#	#	0
		06	Vertikalbohrungen bis 6 m Tiefe niederbringen (inkl. Aussteifung). Die erste Bohrung wird in Tiefenabschnitten von 1,00 m durchgeführt, die jeweiligen Tiefenabschnitte sind nach Ziehen der Bohrschnecke zu sondieren (z. B. computergestützt bzw. manuell dokumentiert). Daran anschließend erfolgen die weiteren Bohrungen in einem Arbeitsgang mit anschließender Sondierung, wenn diese einen Abstand < 1,50 m zum ersten Bohrloch einhalten		m	3,10	56,20	18,02	73
		07	Vertikalbohrungen wie vor, in Tiefen von 6 m bis ... m unter Geländeoberfläche		m	#	#	#	0
		08	Vertikalbohrungen wie vor, in Tiefen von 2 m bis 3 m unter Baugrubensohle		m	9,40	15,60	12,50	2

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 40 00 Kampfmittelsondierung und -bergung in und auf baulichen Anlagen oder anthropogenen Auffüllungen (Schutt)

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
09	Schrägbohrungen auf der angegebenen Achse bis zum Erreichen der vorgegebenen vertikalen Tiefe unter Geländeoberfläche vertikale Tiefe: bis 5 m bis 7 m	m	15,50 15,50 16,60	25,00 22,80 25,00	18,77 x 1,0 x 1,1	6
10	Schrägbohrungen, in Tiefen von 6 m bis ... m unter Geländeroberfläche	m	#	#	#	0
11	Umsetzen des Bohrgerätes von Ansatzpunkt zu Ansatzpunkt (Transportentfernung ... m).	Stck.	#	#	#	0
12	nichtmagnetische Aussteifungen bis 6 m ziehen und abfahren	Stck.	#	#	#	0
13	nichtmagnetische Aussteifungen in Tiefen von 6 m bis ... m unter Geländeoberfläche ziehen und abfahren	Stck.	#	#	#	0
14	Bohrloch mit (z. B. Bohrgut, wasserundurchlässigem Material o. ä.) verfüllen	m	#	#	#	0
15	vollständige Beräumung von Munitionsvergrabungen (Sprengtrichter) bis 6 m Tiefe, ohne Verbau, ohne Wasserhaltung mittels eines Baggers mit Panzerverglasung nach vorherigem Sondieren und optischer Kontrolle unter Entfernung von Munition, Munitionsschrott und munitionsverdächtigen Teilen durch einen Feuerwerker, anschließendes Ausklappen des übriggebliebenen Aushubs, dann erneute Kontrolle und Entfernung von Munition, Munitionsschrott und munitionsverdächtigen Teilen wie oben beschrieben. Abrechnungsgrundlage ist die feste Masse	m³	#	#	#	0
16	Boden bis 1,50 m Tiefe ausheben, auf Kampfmittel untersuchen und wieder einbauen. Kampfmittel sind auszusortieren und zu entsorgen. Bodenarten: Gleisschotter, Schotter unter befestigten Flächen, Oberboden mit Splitt durchsetzt, Bruchsteinplacklage. Aushubvolumen: 0 bis 500 m³ 500 bis 2000 m³	m³	10,23 10,23 14,54	27,38 27,38 27,38	17,18 x 1,0 x 0,95	108
17	Bodenschicht von 0,50 m bis 8,0 m ausheben, auf Kampfmittel untersuchen und wieder einbauen. Kampfmittel sind auszusortieren und zu entsorgen. Bodenarten: Lehmboden (aufgefüllt), Auffüllung, Bombenrichter einschl. Abbruchresten bis zu einem Kantenvolumen von 1 m³ sowie Unrat. Eventl. Wasserhaltung ist einzurechnen, belastete Böden (Z 1.2 bis Z 3) sind gesondert auf Mieten zu lagern. Aushubvolumen: 0 bis 500 m³ 500 bis 3000 m³		14,54 14,54	27,38 27,38	x 1,0 x 0,95	108
10 45 00	Dokumentation					
01	Abschlussbericht, Dokumentation und Bestandsplan	psch.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

10.5 Sondierung und Bergung von Abwurfmunition (Bomben)

10.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

In diesem Leistungsbereich werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die notwendig sind, um eine definierte Fläche bis auf die erforderliche Tiefe von Abwurfmunition zu räumen. Nach der Bombensondierung und -bergung sind die übergebenen Areale den Regeln der Technik entsprechend abwurfmunitionsfrei. Die so geräumten Areale können für Baumaßnahmen jeglicher Art einschließlich damit im Zusammenhang stehender Spezialtiefbauleistungen genutzt werden

Zur Ausführung der o.g. Leistungen gehören folgende Teilleistungen:

- Luftbildauswertung/historische Recherchen

Die Suche von Abwurfmunition beginnt nach der Auswertung von Luftbildern des 2. Weltkriegs und historischen Recherchen. Die Auswertung von Luftbildern wird durch den Einsatz von Stereointerpretations- und -einmessgeräten (z.T. computergestützt) ausgeführt. Die festgestellten Verdachtsflächen werden vor Ort eingemessen (häufig mittels DGPS) und die gewonnenen Daten mit denen der vorausgegangenen Luftbildauswertung abgeglichen. Die dadurch genau definierten Areale werden im Anschluss systematisch abgesucht. In einigen Fällen werden lediglich vereinzelte Bombeneinschläge (Bombenverdachtspunkte) eingemessen und auf ihren Gehalt überprüft.

- Einmessen der Verdachtspunkte

Vor Beginn der Räumarbeiten ist die Reihenfolge der zu räumenden Felder und zu sondierenden Bohrpunkte festzulegen. Im Anschluss daran werden die durch die Vermessung festgelegten Räumabschnitte und Bohrpunkte mit nichtmetallischem Material im Gelände markiert.

- Baustelleneinrichtung

Bei der Festlegung des Standortes der Baustelleneinrichtung ist zu gewährleisten, dass

die Erreichbarkeit mit Fahrzeugen bis 40 t möglich ist (eventuell Wegebau),

die Wege zu den Räumfeldern möglichst kurz sind,

die Fläche für die Baustelleneinrichtung, falls sie sich auf dem zu räumenden Areal befindet, zuerst sondiert/geräumt wird,

eine Rettungskette aufgebaut werden kann (evtl. Hubschrauberlandeplatz),

die Anfahrtswege gekennzeichnet werden.

Grenzsteine, bauliche Anlagen und Einrichtungen, Ver- und Entsorgungsleitungen sowie sonstige Gegenstände, die bei den Räumarbeiten gefunden wurden, sind zu sichern.

- Wegebau (soweit erforderlich)
- Feststellung vorhandener Ver- und Entsorgungsleitungen im Räumgebiet und ihre Sicherung

Vor Beginn der Räummaßnahme sind Informationen über die Lage unterirdisch vorhandener Versorgungsleitungen privater und öffentlicher Betreiber einzuholen (Erdgas, Be- und Entwässerungs-, Telefon-, Strom-, Antennen- und Blitzableiterleitungen etc.). Zur Feststellung können Sondierungen und Grabungen erfolgen. Häufig ist der Einsatz von Kabelsuchgeräten notwendig.

- Herstellung der Sondier- und Räumfreiheit (eventuell Freischnitt, Beseitigung von Hindernissen u. a.)

Die Begehrbarkeit der Fläche ist zu gewährleisten. Hohes Gras und anderer Bewuchs sind vor Beginn der Sondierung/Räumung zu beseitigen. Eventuell vorhandene natürliche oder künstliche Hindernisse

sind zu beseitigen bzw. die entsprechenden Gebiete sind von der Sondierung/Räumung auszuschließen. Dies gilt insbesondere, sofern diese aus Metall bestehen.

- Oberflächensondierung zur möglichen Fixierung der Verdachtspunkte

Bei Bombenverdachtspunkten unter Schuttauuffüllungen werden diese schichtweise in maschineller Arbeit abgetragen und vorsorglich auf Kampfmittel untersucht. Im darunter liegenden gewachsenen Boden erfolgt dann eine Bohrlochsondierung (siehe auch Kap. 10.3), um festzustellen, ob tiefergelegene Objekte aus Eisen geborgen werden müssen.

Areale, die keine oder nur eine sehr geringe Störkörperdichte aufweisen (meist ländliche Gebiete) können zunächst auch von der Oberfläche aus sondiert werden, um mögliche Verdachtspunkte zu fixieren. Zur späteren genauen Lagebestimmung der Störkörper muss jedoch bei Bombenverdacht immer eine Bohrlochsondierung folgen. In Gebieten mit weichen Böden, bei denen die Abwurfmunition in Tiefen vorkommen kann, die durch Oberflächensondierung nicht zu detektieren sind, müssen von Beginn der Arbeiten an Bohrlochsondierungen durchgeführt werden.

- Bohrlochsondierung zur Bestimmung der genauen Lage und Tiefe der Verdachtspunkte

Die Bohrlochsondierung zur Bestimmung der genauen Lage und Tiefe der Verdachtspunkte ist in Kapitel 10.4 - Kampfmittelsondierung und -bergung in und auf baulichen Anlagen oder anthropogenen Auffüllungen (Schutt) - beschrieben.

- Freilegen des Störkörpers und seine Identifizierung

Sofern bei den Sondierungen ein Störkörper festgestellt und dessen Lage genau bestimmt worden ist, sind Probeschachtungen vorzunehmen, die eine Verifizierung des Störkörpers als mögliche Bombe zulassen.

falls es sich um eine Bombe handelt

- Benachrichtigung der zuständigen staatlichen Stellen (Munitionsbergungsdienste)

Wird durch die Probeschachtung festgestellt, dass es sich bei dem sondierten Störkörper tatsächlich um eine Bombe handelt, muss diese durch eine Aufgrabung geborgen werden. Zunächst wird im Umkreis der Fundstelle das Gebiet abgesperrt und der zuständige Munitionsbergungsdienst benachrichtigt.

Ist nicht ausreichend Platz vorhanden, um einen den technischen Regeln entsprechenden Böschungswinkel bei der Aufgrabung anzulegen, wird eine punktgenaue Bergung (durch ständiges Sondieren während des Aushubs) mit antiferromagnetischem Verbau (z. B. Brunnenringe aus einer Aluminiumlegierung) durchgeführt. Häufig ist dazu außerdem eine leistungsstarke Wasserhaltung erforderlich.

- Feststellung des Bomben- und Zündertyps
- Entschärfung der Bombe durch den Munitionsbergungsdienst (falls notwendig)
- Bereitstellung des Bombenkörpers oder einzelner Bombenkörperteile und möglicherweise der Zünder zur Abholung
- Transport und die Entsorgung der Bombe oder ihrer Einzelteile

Die Entschärfung der Bombe und alle damit zusammenhängenden Sicherheitsvorkehrungen sind eine hoheitliche Aufgabe der Länder und erfolgen in der Regel durch staatliche Stellen. Dies gilt auch für den Transport und die Entsorgung der Bombe und ihrer Einzelteile. Beim Heben der entschärften Bombe oder von Bombenteilen, kommen dann wieder Gerätschaften (z. B. Hydraulikbagger) der eingesetzten Bergungsfirmen zum Einsatz.

- Nachweis der Räumarbeiten (Räumstellenprotokolle, Abschlussberichte)

Der Umfang der Dokumentation und Nachweise wird vor Beginn der Arbeiten festgelegt. Die geforderten Daten werden in den Räumstellenprotokollen und dem Abschlussbericht zusammengefasst

- Abschlusskontrolle und Abnahme sowie die anschließende Übergabe der geräumten Fläche an den Auftraggeber

Die Abschlusskontrolle und Abnahme erfolgt unmittelbar nach Beendigung der Räumarbeiten.

- Qualitätssicherung.

Die Qualitätssicherung auf den Räumstellen erfolgt durch Eigenüberwachung der Firmen. Externe Qualitätskontrollen können durch den Auftraggeber bzw. die Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e. V. angeordnet werden.

10.5.2 Kostenermittlung

10.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Vermessung und Markierung der Räumabschnitte pauschal oder nach Räumfläche	psch.	m ²
Mutterboden abschieben nach Räumfläche	m ²	
Freischneiden / Roden von Gestrüpp und Bäumen bis 11 cm Durchmesser nach Flächengröße	m ²	
Mutterboden abschieben nach Flächengröße	m ²	
Aufnahme von Abfällen und Transport zum Sammelpunkt auf der Räumstelle nach Volumen	m ³	
Aufnahme von Schrott als Räumhindernis und Transport zum Sammelpunkt auf der Räumstelle nach Gewicht	t	
Oberflächensondierung nach Räumfläche	m ²	
Aufgrabungen mittels Bagger nach Aushubvolumen	m ³	
Vertikalbohrungen und –sondierungen nach Bohrtiefe oder Anzahl	m	Stück
Schrägböhrungen und –sondierungen nach Bohrlänge oder Anzahl	m	Stück
Verbau aus antiferromagnetischem Material nach Verbautiefe	m ³	

10.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründungen
LB 41-00-00	Teilabbruch

LB 45-00-00 Rohbauabbruch

LB 46-00-00 Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**10 50 00 Sondierung und Bergung von
Abwurfmunition (Bomben)**

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
10	51	00	Baustelleneinrichtung					
		01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung herstellen	psch.	#	#	#	0
		02	Vorhalten und Betreiben der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
		03	Vorhalten der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
		04	Räumen der Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
		05	Vorhalten und Einsetzen eines geländegängigen Fahrzeuges als Rettungsfahrzeug in Notfällen	d	#	#	#	0
		06	Kennzeichnung der An- und Abfahrtswege, Herrichten der Feuerwehr- und Rettungszufahrten	psch.	#	#	#	0
		07	Wege wiederherstellen in den Zustand vor Beginn der Räummaßnahmen	m²	#	#	#	0
		08	Einbaumaterial zur Wegeherrichtung liefern frei Räumstelle inkl. Laden und Transport auf der Räumstelle bis zu Transportentfernung von 2 km	m³	#	#	#	0
		09	Munitionssammelstelle einrichten, vorhalten und räumen gem. gültigen Richtlinien und Gesetzen	psch.	286,00	24.924,00	7.099,17	6
		10	Beschilderung der Räumstelle zum Schutz vor unbefugtem Betreten, Metallschild auf Betonsockel	Stck.	38,00	205,00	109,17	6
10	52	00	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte					
		01	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte mittels DGPS (Genauigkeit +/- 1 m), Einrichten eines Parzellengitters	psch.	#	#	#	0
		02	Markieren der Räumfelder im Gelände	psch.	#	#	#	0
		03	Planquadrate von 50 x 50 m auf der Räumfläche einmessen und abstecken	m²	0,01	0,21	0,06	6
10	53	00	Herstellen der Sondier- und Räumfreiheit, Vorarbeiten					
		01	Freischneiden und Roden von Gestrüpp, Aufwuchs, Bäumen bis 11 cm Durchmesser und Unterholz zur Sondierung und Beräumung der Flächen mit Lagerung auf benachbarter Fläche (max. 400 m Förderweg)	m²	0,01	0,23	0,07	6
		02	Bäume fällen über 11 bis 30 cm Durchmesser, einschl. roden der Wurzelstöcke, Bäume in Länge von 1 m schneiden und außerhalb des Räumgeländes in messbaren Stapeln lagern, Förderweg bis ... km	Stck.	#	#	#	0
		03	Transport des Schnittgutes bis .. km zum Ablagerungsort auf der Räumstelle	m³	#	#	#	0
		04	Laden, Transportieren und Entsorgen des Schnittgutes	m³	#	#	#	0
		05	Mutterboden bis zu einer Tiefe von ... cm abschleiben und seitlich lagern zur Freilegung von Räumhindernissen	m²	#	#	#	0
		06	Aufnahme von als Räumhindernis erkennbaren Abfällen, inkl. Ablagerung am Sammelpunkt in bis zu ... km Entfernung, ohne Entsorgungskosten	m³	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**10 50 00 Sondierung und Bergung von
 Abwurfmunition (Bomben)**

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	07	Aufnahme von Schrott als Räumhindernis, Transport zum Sammelpunkt und Bildung von Haufwerken bzw. Deponierung in Containern. Die Abrechnung der Container erfolgt in einer gesonderten Position	t	#	#	#	0
10	54	00 Sondierung, Niederbringen von Bohrungen und Beräumung					
	01	Sondierung des Räumfeldes auf große Störkörper incl. Auswertedokumentation Flächengröße: < 1.000 m² > 1.000 m²	m ²	0,14	0,78	0,37	17
	02	Bergung von einzelnen großen Störkörpern mittels Bagger mit Panzerverglasung bis zu einer Tiefe von 1,50 m. Bei größeren Tiefen erfolgt die Abrechnung im Stundenlohn	Stck.	#	#	#	0
	03	anthropogene Auffüllungen mittels eines Baggers mit Panzerverglasung, nach vorherigem Sondieren und optischer Kontrolle unter Entfernung von Kampfmitteln durch einen Feuerwerker aufnehmen, anschließendes Separieren des schuttdurchsetzten Aushubs, dann erneute Kontrolle und Entfernen von Kampfmitteln. Abrechnungsgrundlage ist die feste Masse	m ³	#	#	#	0
	04	Vertikalbohrungen bis 6 m Tiefe niederbringen (inkl. Aussteifung). Die erste Bohrung wird in Tiefenabschnitten von 1,00 m durchgeführt, die jeweiligen Tiefenabschnitte sind nach Ziehen der Bohrschnecke zu sondieren (z. B. computergestützt bzw. manuell dokumentiert). Daran anschließend erfolgen die weiteren Bohrungen in einem Arbeitsgang mit anschließender Sondierung, wenn diese einen Abstand < 1,50 m zum ersten Bohrloch einhalten Tiefe: bis 6 m bis 8 m	m	9,40	17,40	14,16	22
	05	Vertikalbohrungen wie vor, in Tiefen von 6 m bis ... m unter Geländeoberfläche	m	#	#	#	0
	06	Vertikalbohrungen wie vor, in Tiefen von 2 m bis 3 m unter Baugrubensohle	m	9,40	15,60	12,50	2
	07	Schrägb Bohrungen auf der angegebenen Achse bis zur vertikalen Tiefe von 5 m unter Geländeoberfläche, Länge bis 7 m vertikale Tiefe: bis 5 m bis 7 m	m	15,50	25,00	18,77	6
	08	Umsetzen des Bohrgerätes von Ansatzpunkt zu Ansatzpunkt (Transportentfernung ... m).	Stck.	#	#	#	0
	09	nichtmagnetische Aussteifungen bis 6 m ziehen und abfahren	Stck.	#	#	#	0
	10	nichtmagnetische Aussteifungen in Tiefen von 6 m bis ... m unter Geländeoberfläche ziehen und abfahren	Stck.	#	#	#	0
	11	Bohrloch mit ... (z. B. Bohrgut, wasserundurchlässigem Material o. ä.) verfüllen	m	#	#	#	0
	12	Tiefensondierung zur Lokalisierung von Blindgängern, Tiefe bis 4 m	Stck.	12,37	126,98	44,05	20

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**10 50 00 Sondierung und Bergung von
 Abwurfmunition (Bomben)**

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min		max	mittel		
10 55	00	Bombenbergung und Erdarbeiten						
	01	Bodenaushub maschinell zwecks Freilegen einer Bombe ohne Verbaumaßnahmen (Böschungswinkel nach DIN 4124 - Anhang 3 der BGV C 22 - ist zu beachten) und ohne Wasserhaltungsmaßnahmen bis zu einer Tiefe von 1,50 m unter Geländeoberfläche		m³	#	#	#	0
	02	Bodenaushub wie Pos. 3.5.1 bis zu einer Tiefe von 1,50 m unter Geländeoberfläche, jedoch von Hand		m³	#	#	#	0
	03	Bodenaushub maschinell wie Pos. 01, jedoch ab 1,50 m unter Geländeoberfläche bis zu einer Tiefe von ... m		m³	#	#	#	0
	04	Bodenaushub wie Pos. 01, jedoch von Hand ab 1,50 m unter Geländeoberfläche bis zu einer Tiefe von ... m		m³	#	#	#	0
	05	Bodenaushub maschinell wie Pos. 01, jedoch innerhalb des Verbaus bis zu einer Tiefe von 1,50 m unter Geländeoberfläche		m³	#	#	#	0
	06	Bodenaushub wie Pos. 01, jedoch von Hand, innerhalb des Verbaus bis zu einer Tiefe von 1,50 m unter Geländeoberfläche		m³	#	#	#	0
	07	Bodenaushub maschinell wie Pos. 01, jedoch innerhalb des Verbaus ab 1,50 m unter Geländeoberfläche bis zu einer Tiefe von ... m		m³	#	#	#	0
	08	Bodenaushub wie Pos. 01, jedoch von Hand, innerhalb des Verbaus ab 1,50 m unter Geländeoberfläche bis zu einer Tiefe von ... m		m³	#	#	#	0
	09	Auffüllung abtragen; auffälliges, aufzubereitendes oder zwischenzulagerndes Material in Mieten oder ggf. in Stahlmulden einlagern			0,07	9,69	1,85	76
		flächenhaft, t = 0-1 m		m³	0,37	6,65	x 1,0	
		parzellenweise, t = 1-2 m		m³	0,07	7,41	x 1,0	
		parzellenweise, t = 1-3 m		m³	0,37	8,56	x 1,2	
		parzellenweise, t = 1-4 m		m³	0,37	9,69	x 1,4	
	10	Boden punktuell unterhalb der Auffüllungen in gewachsenem Boden ausheben		m³	0,82	38,76	6,38	19
	11	Fundamentfläche säubern zur Lokalisierung von Flickstellen (Hinweis auf Blindgänger)		m²	0,05	3,83	0,88	19
	12	Abtragsmassen aufnehmen und transportieren zur Lagerfläche, aufmieten		m³	0,01	3,83	1,32	19
13	Abtragsmassen separieren und aufmieten		m³	0,05	4,35	1,52	19	
14	Witterungsschutz für Mieten mittels Baufolie herstellen		psch	766,94	149.560,05	26.219,90	19	
15	Abtragsmassen aufnehmen, transportieren und in Stahlmulden laden		m³	0,12	4,03	2,06	19	
16	Stahlmulden antransportieren, vorhalten und abtransportieren		Stck.	12,91	394,24	128,88	19	
17	Stahlmulden umsetzen		Stck.	2,10	129,87	37,65	19	
10 56	00	Verbau						
	01	Verbau aus z. B. antiferromagnetischem Material (Aluminium-Legierung), innerster Ring d > 2,50 m / Betonringe, d > 2,50 m/ Spundwandprofile, 4,00 m x 4,00 m herstellen und nach erfolgter Bombenbergung demontieren, einschl. Anlieferung und Abtransport des Verbaumaterials		m	#	#	#	0
	02	Vorhaltung des Verbaumaterials		d	#	#	#	0
	03	Verbauboxen an- und abtransportieren, während gesamter Baumaßnahme vorhalten (Länge min. 25 m)		psch	540,28	20.400,55	6.761,02	19

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 50 00 Sondierung und Bergung von Abwurfmunition (Bomben)

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Verbauboxen als Splitterschutzwall aufstellen, mit Bodenmaterial verfüllen und Rückbau der Boxen	m	7,36	652,82	85,17	19
10 57 00		Wasserhaltung					
	01	offene Wasserhaltung innerhalb von Baugruben mittels Pumpensämpfen, Pumpen für eine Förderleistung bis ... m³/h, geodätische Förderhöhe bis ... m und einer Ableitung des geförderten Wassers über Sickergräben/ Kanalisation/ Gewässer bis ... m Entfernung herstellen und nach Beendigung der Arbeiten demontieren einschl. Anlieferung und Abtransport der erforderlichen Geräte, jedoch ohne evtl. anfallende Wasserentnahme- und Wassereinleitungsgebühren	Stck.	#	#	#	0
	02	Vorhaltung der offenen Wasserhaltung einschl. Überwachung durch fachkundiges Personal	d	#	#	#	0
	03	Wasserhaltung durch eine Vakuumanlage mit einer Förderleistung bis ... m³/h, geodätische Förderhöhe bis ... m und einer Ableitung des geförderten Wassers über Sickergräben/ Kanalisation/ Gewässer bis ... m Entfernung herstellen und nach Beendigung der Arbeiten demontieren einschl. Anlieferung und Abtransport der erforderlichen Geräte, jedoch ohne evtl. anfallende Wasserentnahme- und Wassereinleitungsgebühren	Stck.	#	#	#	0
	04	Vorhaltung der Vakuumanlage aus Pos. 03 einschl. Überwachung durch fachkundiges Personal	d	#	#	#	0
	05	Verfüllung der Baugrube mit dem Boden der Pos. 10-55-01 ff. und Verdichtung, Verformungsmodul EV2 mind. ... MN/m²	m³	#	#	#	0
10 58 00		Dokumentation					
	01	Abschlussbericht, Dokumentation und Bestandsplan	psch.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

10.6 Kampfmittelsondierung und –bergung in stehenden und fließenden Gewässern

10.6.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich umfasst alle Maßnahmen, die notwendig sind, den Gewässergrund von stehenden oder fließenden Gewässern ganz oder teilweise von Kampfmitteln aller Art zu räumen.

Die Kampfmittelsondierung und –bergung in Gewässern ist insbesondere bei der Reaktivierung großer Brachflächen und Industrieanlagen von Bedeutung, auf denen sich Gewässer z. B. in Form von Schlammseen, Absetzteichen, offenen Abwasserkanälen o.ä. befinden. Die Auswahl des Sondierverfahrens richtet sich nach den Belastungs-, Boden- und Gewässerbedingungen (Strömungsverhältnisse, Schlammdicke, Sichtverhältnisse etc.). Nach der Unterwasserräumung gelten die übergebenen Bereiche gemäß den Regeln der Technik als munitionsfrei.

Zur Ausführung der o.g. Leistungen gehören folgende Teilleistungen:

- Vermessung

Die Vermessung umfasst die Feststellung geeigneter Koordinaten und die Markierung von Punkten in einem geeigneten Koordinatensystem. Das Einmessen der Gesamtfläche kann sowohl mit Differential-GPS als auch mit herkömmlichen Vermessungsverfahren erfolgen.

- Baustelleneinrichtung

Bei der Festlegung des Standortes der Baustelleneinrichtung ist zu gewährleisten, dass

die Erreichbarkeit mit Fahrzeugen möglich ist (eventuell Wegebau),

eine Rettungskette aufgebaut werden kann (evtl. Hubschrauberlandeplatz),

die Anfahrtswege gekennzeichnet werden,

bei der Baustelleneinrichtung auf einem Wasserfahrzeug die UVV 40 a beachtet wird.

- Wegebau (soweit erforderlich)

- Sondieren und Räumen von Unterwasserflächen in flächendeckender oder punktueller Vorgehensweise

Zum Sondieren von Unterwasserflächen sind die Sonden (Differenzfeldstärkemagnetometer, Totfeldmagnetometer, elektromagnetische Sondiersysteme u.a.) auf oder miteinander definierten Abstand über dem Gewässerboden zu führen. Die Erfassung der Sondenposition und die Zuordnung der Koordinaten zu den detektierten Auffälligkeiten erfolgt mit Hilfe der DGPS-Navigation. Zur Steigerung der Flächenleistung können Mehrkanalsondenarrays zum Einsatz kommen.

Bei kleinen Gewässern erfolgen die Sondierungen vom Gewässerrand, bei größeren Gewässern kommen Wasserfahrzeuge zur Installation der erforderlichen Gerätschaften zum Einsatz. Zunächst erfolgt eine Sondierung der Unterwasserfläche. Anhand der Sondierergebnisse wird über die für die Bergung günstigste Methode entschieden.

In flachen Gewässern, bei Verdacht auf tiefer liegende Objekte oder der Munitionssuche zwecks späterer auszuführenden Spundwand- und Rammarbeiten kann es erforderlich werden, Bohrlochsondierungen (siehe Kap. 10.4) niederzubringen.

Bei der Räumung von Kampfmitteln in Gewässern werden die flächendeckende und die punktuelle Vorgehensweise unterschieden.

Die flächendeckende Unterwassersondierung kann durch Taucher oder den Einsatz eines Unterwassermagneten erfolgen. Sie wird insbesondere bei Unterwassergebieten mit hoher ubiquitärer (gleichmäßiger) Belastung durch ferromagnetische Teile angewandt.

Beim Tauchereinsatz (Tauchergruppe nach VBG 39) führt der Taucher zur Identifizierung von Verdachtsobjekten eine Sonde über den Gewässerboden.

Beim Einsatz eines Unterwassermagneten wird ein an einem Seil- oder Hydraulikbagger geführter Fingermagnet mittels Spüldüsen in Schlamm- und/oder Sedimentschichten eingespült. Mit Hilfe einer Lastanzugserkennung erfolgt durch den Baggerführer eine Einschätzung der Magnetbeladung. Bei Anzeige von Funden wird der Magnet über die Wasserfläche gehoben und die Fundstücke abgelegt.

Die punktueller Unterwassersondierung wird nach einer Gewässersondierung angewandt, bei der sich gezeigt hat, dass die Belastung mit ferromagnetischen Teilen gering ist oder falls nur Verdachtsobjekte ab einer bestimmten Größe geborgen werden müssen (Bombenblindgängersuche). Die Techniken zur Räumung punktueller Kampfmittelvorkommen sind die gleichen wie bei der flächendeckenden Vorgehensweise. Sie werden allerdings nur an den durch die DGPS-gestützte Computersondierung vorbestimmten Stellen eingesetzt.

- Bereitstellung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott zur Abholung

Am Ende eines Arbeitstages werden sämtliche Munition, Munitionsteile, Waffen und Waffenteile durch autorisierte Stellen von der Räumstelle entfernt oder den lokalen Festlegungen entsprechend zur Abholung bereitgestellt.

- Transport und die Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott

Der Transport und die Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen ist eine hoheitliche Aufgabe der Länder und erfolgt in der Regel durch staatliche Stellen. Nicht transportfähige Munition ist vor Ort zu sprengen oder zu entschärfen. Auch diese Leistungen erfolgen nach länderrechtlichen Bestimmungen in der Regel durch die Kampfmittelräumdienste der Länder.

- Nachweis der Räumarbeiten

Der Umfang der Dokumentation und Nachweise wird vor Beginn der Arbeiten festgelegt. Die geforderten Daten werden in den Räumstellenprotokollen und dem Abschlussbericht zusammengefasst.

- Abschlusskontrolle und Abnahme sowie die anschließende Übergabe der sondierten/geräumten Fläche an den Auftraggeber

Die Abschlusskontrolle und Abnahme erfolgt unmittelbar nach Beendigung der Räumarbeiten.

- Qualitätssicherung
- Die Qualitätssicherung auf den Räumstellen erfolgt durch Eigenüberwachung der Firmen. Externe Qualitätskontrollen können durch den Auftraggeber bzw. die Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e. V. angeordnet werden.

10.6.2 Kostenermittlung

10.6.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Vermessung und Markierung der Räumabschnitte pauschal oder nach Räumfläche	psch.	m²
Freischneiden / Roden von Gestrüpp und Bäumen bis 11 cm Durchmesser nach Flächengröße	m²	
Sondierung der Wasserflächen, Abrechnungsgrundlage ist die waa-gerechte Fläche über dem Gewässergrund	m²	
Einsatz einer Tauchergruppe nach Stunden- / Tagessatz	h	d
Einsatz eines Bagger- oder Spezialpontons nach Tagessatz	d	
Einsatz eines Schubbootes nach Tagessatz	d	

10.6.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründungen
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
10 60 00 Kampfmittelsondierung und -bergung in stehenden und fließenden Gewässern

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten-
			min	max	mittel	anzahl
10 61 00	Baustelleneinrichtung					
01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung herstellen	psch.	#	#	#	0
02	Vorhalten und Betreiben der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
03	Vorhalten der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
04	Räumen der Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
05	Vorhalten und Einsetzen eines geländegängigen Fahrzeuges als Rettungsfahrzeug in Notfällen	d	#	#	#	0
06	Kennzeichnung der An- und Abfahrtswege, Herrichten der Feuerwehr- und Rettungszufahrten	psch.	#	#	#	0
07	Munitionssammelstelle einrichten, vorhalten und räumen gem. gültigen Richtlinien und Gesetzen	psch.	286,00	24.924,00	7.099,17	6
08	Beschilderung der Räumstelle zum Schutz vor unbefugtem Betreten, Metallschild auf Betonsockel	Stck.	38,00	205,00	109,17	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich
10 60 00 Kampfmittelsondierung und -bergung in stehenden und fließenden Gewässern

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
10	62	00	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte					
		01	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte mittels DGPS (Genauigkeit +/- 1 m), Einrichten eines Parzellengitters	psch.	#	#	#	0
		02	Markieren der Räumfelder im Gelände	psch.	#	#	#	0
		03	Vermessungsarbeiten, Erarbeitung von Bestandsplänen, Lieferung eines Bauzeitenplans, Endvermessung	psch.	#	#	#	0
		04	Planquadrate von 50 x 50 m auf der Räumfläche einmessen und abstecken	m²	0,01	0,21	0,06	6
10	63	00	Herstellen der Sondier- und Räumfreiheit					
		01	Freischneiden und Roden von Gestrüpp, Aufwuchs, Bäumen bis 11 cm Durchmesser und Unterholz zur Sicherung des Gewässerzuganges	m²	#	#	#	0
		02	Bäume fällen über 11 bis 30 cm Durchmesser, einschl. roden der Wurzelstöcke, Bäume in Länge von 1 m schneiden und außerhalb des Räumgeländes in messbaren Stapeln lagern, Förderweg bis ... km	Stck.	#	#	#	0
		03	Transport des Schnittgutes bis .. km zum Ablagerungsort auf der Räumstelle	m³	#	#	#	0
		04	Laden, Transportieren und Entsorgen des Schnittgutes	m³	#	#	#	0
10	64	00	Sondierung und Beräumung					
		01	Sondierung der in den übergebenen Lageplänen gekennzeichneten Wasserflächen nach Verdachtsobjekten. Abgerechnet wird die waagerechte Fläche über dem Gewässergrund. Die Flächen sind mit einer über dem Gewässergrund geführten Sonde bzw. einem Sondenarray flächendeckend mit einem Spurabstand ... m (z. B. 0,5 m) zu sondieren. Dabei sind nachfolgende Parameter zu erfassen: - Koordinaten in ... (z. B. WGS 84) mit einer Genauigkeit im dm-Bereich durch geeignete Georeferenzierung der GPS-Daten - Größenordnung der Verdachtsmomente - Tiefenlage der Objekte	m²	#	#	#	0
		02	Aufbereitung und Bewertung der Sondierergebnisse und Festlegung der zu bergenden Objekte gemeinsam mit der zuständigen Fachbehörde und/oder dem AG	psch.	#	#	#	0
		03	Einsatz einer Tauchergruppe (nach BGV C 23) zum Freilegen und Bergen von Verdachtsobjekten. Die Taucherausrüstung ist in diese Position einzurechnen. (Schwimmendes Gerät und Zusatzausrüstungen zur Bergung von Objekten sind gesondert anzugeben).	h	#	#	#	0
		04	Einsatz eines Baggerpontons zur Unterstützung der Tauchergruppe, ausgerüstet mit Generatoraggregat, Spülpumpe und DGPS	d	#	#	#	0
		05	Einsatz eines Spezialpontons für die Bergung von Munition auf Gewässern ausgerüstet mit: - Seil- oder Hydraulikbagger zur Führung eines Unterwassermagneten - Unterwassermagnet mit Lastenzugserkennung und Spülvorrichtung - Netzersatzaggregat - Rettungseinrichtungen - DGPS etc.	d	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

10 60 00 Kampfmittelsondierung und -bergung in stehenden und fließenden Gewässern

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	06	Munitionsschute mit Lagerbett, Splitterschutz etc. zum Aufbewahren von Schrott und Munition	d	#	#	#	0
	07	Stromschild zum Schutz des Tauchers in strömenden Gewässern	d	#	#	#	0
	08	Einsatz eines Schubbootes als Transporteinheit für Pontons und Schuten	h	#	#	#	0
	09	Vorhaltung des vorgenannten Schubbootes auf der Baustelle	d	#	#	#	0
10	65	00 Dokumentation					
	01	Abschlussbericht, Dokumentation und Bestandsplan	psch.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

10.7 Sondierung und Bergung von Kampfstoffmunition (chemische Kampfstoffe)

10.7.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich umfasst alle Maßnahmen, die notwendig sind, um eine definierte Fläche von Kampfstoffmunition (chemische Kampfstoffe) zu räumen. Nach der Räumung der Fläche von chemischen Kampfstoffen gilt der übergebene Bereich gemäß den Regeln der Technik als kampfstoffmunitionsfrei.

Die Beseitigung von Bodenkontaminationen durch ausgelaufene Kampfstoffe ist nicht Bestandteil der Bergungsarbeiten. Die Kontaminationsfreiheit von Boden und Grundwasser bezüglich chemischer Kampfstoffe kann durch die beschriebenen Leistungen nicht gewährleistet werden.

Zur Ausführung dieser Leistungen gehören folgende Teilleistungen:

- Vermessung

Die Vermessung umfasst die Feststellung geeigneter Koordinaten und die Markierung von Punkten in einem geeigneten Koordinatensystem. Das Einmessen der Gesamtfläche kann sowohl mit Differential-GPS als auch mit herkömmlichen Vermessungsverfahren erfolgen.

- Markierung der Räumabschnitte bzw. -felder

Vor Beginn der Räumarbeiten ist die Gesamtfläche in Räumfelder (Parzellen) zu unterteilen und die Reihenfolge der zu räumenden Parzellen festzulegen. Im Anschluss werden die durch die Vermessung festgelegten Räumabschnitte mit nichtmetallischem Material im Gelände markiert.

- Baustelleneinrichtung auf der Räumstelle

Bei der Festlegung des Standortes der Baustelleneinrichtung ist zu gewährleisten, dass

die Erreichbarkeit mit Fahrzeugen möglich ist (evtl. Wegebau),

die Wege zu den Räumfeldern möglichst kurz sind,

die Fläche für die Baustelleneinrichtung, falls sie sich auf dem zu räumenden Areal befindet, zuerst geräumt wird,

eine Rettungskette aufgebaut werden kann (evtl. Hubschrauberlandeplatz),

die Anfahrtswege gekennzeichnet werden.

Für die Bergung von chemischen Kampfstoffen ist eine Sonderräumstelleneinrichtung erforderlich. Die Ausstattung richtet sich nach der benötigten Schutzstufe. Die Schutzstufen und zugehörigen wichtigsten Schutzmaßnahmen sind wie folgt definiert:

		Persönlicher Arbeitsschutz	Technisch / organisatorischer Arbeitsschutz
Schutzstufe 0	Verdacht auf chem. Kampfstoffe	Schutzanzug Kat. 3, Typ 4,5 (sprühdichte Übergänge, partikeldicht) Schutzstiefel Gummi Gummihandschuhe Vollmaske ABEK-P3-Filter am Mann vorhalten	Schwarz-Weiss-Anlage vorhalten Chlorkalk Sandgefüllte Maurertuppen
Schutzstufe 1	Auffinden von Reizstoffen, Hautkampfstoffen in unbeschädigten Behältnissen	Schutzanzug Kat. 3, Typ 4,5 (sprühdichte Übergänge, partikeldicht) Schutzstiefel Gummi Gummihandschuhe Vollmaske ABEK-P3-Filter	Schwarz-Weiss-Anlage Stiefelreinigungsanlage Industriestaubsauger K1 Chlorkalk Sandgefüllte Maurertuppen
Schutzstufe 2	Auffinden von Hautkampfstoffen in Granaten und anderen Behältnissen, deren Zustand nicht eindeutig ist	Overall-Unterwäsche Mehrwegschutzanzug chemikalienbeständig aus Vautex-SL mit angearbeiteten Schutzstiefeln, Handschuhen und Kopfhaube mit gasdichtem Abschluss Vollmaske ABEK-P3-Filter	Schwarz-Weiss-Anlage Stiefelreinigungsanlage Reifenwaschanlage Industriestaubsauger K1 Maschinen mit außenluftunabhängiger Luftversorgung Arbeitsmediziner mit geeigneter Ausrüstung Luftmessröhrchen an Räumbereichsgrenzen 24 h-Bewachung der Räumstelle CO ₂ -Feuerlöscher Chlorkalk Sandgefüllte Maurertuppen
Schutzstufe 3	Auffinden zerstörter Kampfstoffbehältnisse und offene Vorkommen von Kampfstoffen und Auffinden von Nervengasen auch in unbeschädigten Behältnissen	Overall-Unterwäsche Mehrwegschutzanzug chemikalienbeständig aus Vautex-SL mit angearbeiteten Schutzstiefeln, Handschuhen und Kopfhaube mit Sichtscheibe und Druckluftversorgung Vollmaske ABEK-P3-Filter	wie Schutzstufe 2 und zusätzlich: Einhausung der Räumstelle mit Unterdruckhaltung und Abluftreinigung Baumaschinenschleuse

- Wegebau (soweit erforderlich)
- Herstellung der Sondier- und Räumfreiheit

Die Begehrbarkeit der Fläche ist zu gewährleisten. Störender Bewuchs ist vor Beginn der Sondierung/Räumung zu beseitigen. Eventuell vorhandene natürliche oder künstliche Hindernisse sind zu beseitigen bzw. die entsprechenden Gebiete sind von der Flächenräumung auszuschließen.

- Sondieren und Räumen der Fläche

Die markierten Parzellen werden durch Pflöcke und/oder Trassierband in Streifen aufgeteilt und von Sondierern und Räumarbeitern bearbeitet.

Bei entsprechender Anzeige der eingesetzten Sondiergeräte wird die Lage des Störpunktes bestimmt und der Störpunkt geöffnet bzw. der Störkörper freigelegt. Dieser Vorgang wird bis zur endgültigen Klärung der Störursache wiederholt. Bei tiefer liegenden Störpunkten kann ein zusätzlicher Technikeinsatz (Bagger) erfolgen.

Handelt es sich bei den mit Kampfstoff gefüllten Behältnissen um nicht aus Metall gefertigte, besteht als Sondiermöglichkeit nur das vorsichtige Einführen von Stechsonden in den Boden und das manuelle Freilegen des gesamten Umfeldes der so festgestellten Behältnisse.

Besteht der begründete Verdacht, dass in einzelnen Granaten, Behältern o.ä. chemischer Kampfstoff enthalten ist, wird eine radiografische Untersuchung durchgeführt. Mit Hilfe einer mobilen Röntgenanlage kann der Aggregatzustand und die Menge des Behälter- bzw. Granateninhaltes festgestellt werden. Zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des Inhaltes ist ein mobiler Neutronenspektrometer erforderlich

- Bereitstellung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott zur Abholung

Die Bereitstellung von Kampfstoffmunition, -munitionsteilen sowie des -schrotts zur Abholung erfolgt in einem Transportkonditionierungslager (TKL). Für die Errichtung eines TKL ist zunächst die Schaffung der Kampfmittelfreiheit ohne Tiefenbegrenzung auf dem dafür vorgesehenen Areal erforderlich. Das Lager ist mit einer Umwallung und mit einer verschließbaren Ein- und Ausfahrt zu umgeben. Bei dem TKL handelt es sich um ein durch verschiedene Behörden (z. B. Umweltämter Gewerbeaufsichtsämter, Berufsgenossenschaften) abzunehmendes Bauwerk. Es sind besonders hohe Anforderungen an die Sicherheit und den Gesundheitsschutz einzuhalten.

- Transport und Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott

Der Transport und die Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen ist eine hoheitliche Aufgabe der Länder und erfolgt in der Regel durch staatliche Stellen. Nicht transportfähige Munition ist vor Ort zu sprengen oder zu entschärfen. Auch diese Leistungen erfolgen nach ländersrechtlichen Bestimmungen in der Regel durch die Kampfmittelräumdienste der Länder.

- Nachweis der Sondier- und Räumarbeiten

Der Umfang der Dokumentation und Nachweise wird vor Beginn der Arbeiten festgelegt. Die geforderten Daten werden in den Räumstellenprotokollen und dem Abschlussbericht zusammengefasst.

- Abschlusskontrolle und Abnahme sowie die anschließende Übergabe der geräumten Fläche an den Auftraggeber

Die Abschlusskontrolle und Abnahme erfolgt unmittelbar nach Beendigung der Räumarbeiten.

- die Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung auf den Räumstellen erfolgt durch Eigenüberwachung der Firmen. Externe Qualitätskontrollen können durch den Auftraggeber bzw. die Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e.V. angeordnet werden.

Nach der Freiflächenräumung gelten die beräumten Flächen bis zur vorgegebenen Räumtiefe als munitionsfrei. Bei geringen Räumtiefen von 0,20 – 0,60 cm ist die Begehrbarkeit der Fläche gewährleistet; für die Befahrbarkeit gibt es hingegen Einschränkungen, für Bauarbeiten kann keine Freigabe erteilt werden.

In Abhängigkeit von der Folgenutzung der zu räumenden Fläche, können Bohrlochsondierungen z. B. im Bereich geplanter Bohrungen / Tiefgründungen erforderlich werden. Diese werden im Kap. 10.3 beschrieben.

10.7.2 Kostenermittlung

10.7.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Vermessung und Markierung der Räumabschnitte pauschal oder nach Räumfläche	psch.	m ²
Freischneiden / Roden von Gestrüpp und Bäumen bis 11 cm Durchmesser nach Flächengröße	m ²	
Sondierung der Wasserflächen, Abrechnungsgrundlage ist die waa-gerechte Fläche über dem Gewässergrund	m ²	
Einsatz einer Tauchergruppe nach Stunden- / Tagessatz	h	d
Einsatz eines Bagger- oder Spezialpontons nach Tagessatz	d	
Einsatz eines Schubbootes nach Tagessatz	d	

10.7.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründungen
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
10 70 00 Sondierung und Bergung
Kampfstoffmunition
(chemische Kampfstoffe)

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
10 71 00	Baustelleneinrichtung					
01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung herstellen	psch.	#	#	#	0
02	Vorhalten und Betreiben der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
03	Vorhalten der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
04	Räumen der Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
05	Vorhalten und Einsetzen eines geländegängigen Fahrzeuges als Rettungsfahrzeug in Notfällen	d	#	#	#	0
06	Kennzeichnung der An- und Abfahrtswege, Herrichten der Feuerwehr- und Rettungszufahrten	psch.	#	#	#	0
07	Wege wiederherstellen in den Zustand vor Beginn der Räummaßnahmen	m²	#	#	#	0
08	Einbaumaterial zur Wegeherrichtung liefern frei Räumstelle incl. Laden und Transport auf der Räumstelle bis zu Transportentfernung von 2 km	m³	#	#	#	0
10 72 00	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte					
01	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte mittels DGPS (Genauigkeit +/- 1 m), Einrichten eines Parzellengitters	psch.	#	#	#	0
02	Markieren der Räumfelder im Gelände	psch.	#	#	#	0
10 73 00	Arbeits- und Umweltschutz					
01	Anliefern, Vorhalten und Einsetzen des Personalschutzes gem. Vorbemerkungen für die Anzahl der auf der Räumstelle beschäftigten Mitarbeiter	psch.	#	#	#	0
02	Vorhalten und Einsetzen des Personalschutzes	d	#	#	#	0
03	Vorhalten des Personalschutzes	d	#	#	#	0
04	Abfahren des Personalschutzes	psch.	#	#	#	0
05	Anliefern, Vorhalten und Abfahren des Personalschutzes für den Auftraggeber	psch.	#	#	#	0
06	Anliefern und Aufbauen der Sonderräumstelleneinrichtung gem. Vorbemerkungen, abgestimmt auf die Anzahl der auf der Räumstelle beschäftigten Mitarbeiter	psch.	#	#	#	0
07	Vorhalten und Betreiben der Sonderräumstelleneinrichtung	d	#	#	#	0
08	Vorhalten der Sonderräumstelleneinrichtung	d	#	#	#	0
09	Räumen der Sonderräumstelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
10	Anliefern und Aufbauen des Transportkonditionierungslagers gem. Vorbemerkungen	psch.	#	#	#	0
11	Vorhalten und Betreiben des Transportkonditionierungslagers	d	#	#	#	0
12	Vorhalten des Transportkonditionierungslagers	d	#	#	#	0
13	Räumen des Transportkonditionierungslagers	psch.	#	#	#	0
10 74 00	Röntgenanlage					
01	Anliefern und Aufbauen der Röntgenanlage gem. der Beschreibung in den Vorbemerkungen	psch.	#	#	#	0
02	Vorhalten der Röntgenanlage	d	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**10 70 00 Sondierung und Bergung
 Kampfstoffmunition
 (chemische Kampfstoffe)**

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	03	Betreiben der Röntgenanlage sowie der erforderlichen Sicherheitseinrichtungen mit dem dazugehörigen fachkundigen Personal gemäß Vorbemerkungen	d	#	#	#	0
	04	Abfahren der Röntgenanlage	psch.	#	#	#	0
10	75	00 Herstellen der Sondier- und Räumfreiheit					
	01	Freischneiden und Roden von Gestrüpp, Aufwuchs, Bäumen bis 11 cm Durchmesser und Unterholz zur Sondierung und Beräumung der Flächen	m²	0,01	0,23	0,07	6
	02	Bäume fällen über 11 bis 30 cm Durchmesser, einschl. roden der Wurzelstöcke, Bäume in Länge von 1 m schneiden und außerhalb des Räumgeländes in messbaren Stapeln lagern, Förderweg bis ... km	Stck.	#	#	#	0
	03	Transport des Schnittgutes bis .. km zum Ablagerungsort auf der Räumstelle	m³	#	#	#	0
	04	Laden, Transportieren und Entsorgen des Schnittgutes	m³	#	#	#	0
	05	Aufnahme von als Räumhindernis erkennbaren Abfällen, Bauschutt u.ä., inkl. Ablagerung am Sammelpunkt, ohne Entsorgungskosten	t	77,00	179,00	131,40	5
	06	Aufnahme von Schrott als Räumhindernis, Transport zum Sammelpunkt und Bildung von Haufwerken bzw. Deponierung in Containern. Die Abrechnung der Container erfolgt in einer gesonderten Position	t	#	#	#	0
10	76	00 Sondierung und Beräumung					
	01	Sondierung und Beräumung des Bereiches von Kampfstoffmunition für eine Belastung entsprechend Testfeldberäumung inkl. Übergabe an das TKL. Abrechnungsgrundlage bilden die täglichen Munitionsübergabeprotokolle	m²	#	#	#	0
	02	Sondierung und Beräumung des Bereiches von Kampfstoffmunitionsteilen und -schrott für die Belastung entsprechend Testfeldberäumung. Abrechnungsgrundlage bilden die täglichen Munitionsübergabeprotokolle bzw. Nachweise über die Stückzahlen des gef. Schrottes	m²	#	#	#	0
	03	Orten und Bergen von Steinen mit ferromagnetischen Einschlüssen in Zusammenhang mit der Munitionsbergung. Belastung entsprechend Testfeldberäumung. Die Steine sind im zugewiesenen Randbereich auf bereits abgenommenen Flächen in messbaren Haufen zu lagern. Transportweg bis ... km. Abrechnungsgrundlage ist die Stückzahl der gefundenen Steine	m²	#	#	#	0
	04	vollständige Beräumung von Kampfstoffmunitionsvergrabungen bis 6 m Tiefe ohne Verbau, ohne Wasserhaltung, durch manuellen Aushub. Abrechnungsgrundlage ist die feste Masse	m³	#	#	#	0
10	77	00 Dokumentation					
	01	Abschlußbericht, Dokumentation und Bestandsplan	psch.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

10.8 Testfeldberäumung

10.8.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich umfasst alle Maßnahmen, die notwendig sind, um Angaben über die Munitions- bzw. Kampfstoffmunitionsbelegung definierter Teilflächen innerhalb eines später in seiner Gesamtheit zu räumenden Areals zu erhalten. Größe, Anzahl und Verteilung der Testfelder werden repräsentativ für die gesamte Räumfläche festgelegt. Die Testfeldberäumung ist dort von Bedeutung, wo die Kampfmittelräumleistung auf m²-Basis ausgeschrieben wird (Kampfmittelerkundung auf Freiflächen, Sondierung und Bergung von Kampfstoffmunition (chemische Kampfstoffe)). Anhand der Ergebnisse der Testfeldberäumung kann im Anschluss eine genaue Leistungsbeschreibung zur Erkundung und Räumung der Gesamtfläche erfolgen.

Für die Testfeldberäumung sind folgende Teilleistungen erforderlich:

- statistisch repräsentative Auswahl der Testfelder

Die Festlegung des geeigneten Verfahrens zur statistisch repräsentativen Auswahl obliegt der aus-schreibenden Stelle.

- Vermessung

Die Vermessung umfasst die Feststellung geeigneter Koordinaten und die Markierung von Punkten in einem geeigneten Koordinatensystem. Das Einmessen der Gesamtfläche kann sowohl mit Differential-GPS als auch mit herkömmlichen Vermessungsverfahren erfolgen.

- Markierung der Testfelder

Vor Beginn der Räumarbeiten sind Anzahl, Größe und Lage der Testfelder durch den Auftraggeber festzulegen. Für die repräsentative Bestimmung der Belastung sind alle verfügbaren Daten (Luftbilder, Geländemorphologie, historische Recherchen) zu berücksichtigen. Im Anschluss werden die festgelegten Testfelder mit nichtmetallischem Material im Gelände markiert.

- Baustelleneinrichtung auf der Räumstelle

Bei der Festlegung des Standortes der Baustelleneinrichtung ist zu gewährleisten, dass

die Erreichbarkeit mit Fahrzeugen möglich ist (evtl. Wegebau),

die Wege zu den Räumfeldern möglichst kurz sind,

die Fläche für die Baustelleneinrichtung, falls sie sich auf dem zu räumenden Areal befindet, zuerst geräumt wird,

eine Rettungskette aufgebaut werden kann (evtl. Hubschrauberlandeplatz),

die Anfahrtswege gekennzeichnet werden.

- Wegebau (soweit erforderlich)

- Herstellung der Sondier- und Räumfreiheit

Die Begehrbarkeit der Fläche ist zu gewährleisten. Störender Bewuchs ist vor Beginn der Sondierung/Räumung zu beseitigen. Eventuell vorhandene natürliche oder künstliche Hindernisse sind zu beseitigen bzw. die entsprechenden Gebiete sind von der Flächenräumung auszuschließen.

- Sondieren und Räumen der Fläche

Die markierten Parzellen werden durch Pflöcke und/oder Trassierband in Streifen aufgeteilt und von Sondierern und Räumarbeitern bearbeitet.

Bei entsprechender Anzeige der eingesetzten Sondiergeräte wird die Lage des Störpunktes bestimmt und der Störpunkt geöffnet bzw. der Störkörper freigelegt. Dieser Vorgang wird bis zur endgültigen Klärung der Störursache wiederholt. Bei tiefer liegenden Störpunkten kann ein zusätzlicher Technikeinsatz (Bagger) erfolgen.

- Bereitstellung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott zur Abholung

Am Ende eines Arbeitstages werden sämtliche Munition, Munitionsteile, Waffen und Waffenteile durch autorisierte Stellen von der Räumstelle entfernt oder den lokalen Festlegungen entsprechend zur Abholung bereitgestellt.

- Transport und Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen sowie Schrott

Der Transport und die Entsorgung von Munition, Munitionsteilen, Waffen und Waffenteilen ist eine hoheitliche Aufgabe der Länder und erfolgt in der Regel durch staatliche Stellen. Nicht transportfähige Munition ist vor Ort zu sprengen oder zu entschärfen. Auch diese Leistungen erfolgen nach länderspezifischen Bestimmungen in der Regel durch die Kampfmittelräumdienste der Länder.

- Erfassung und Dokumentation des Fundaufkommens

Für jedes Testfeld wird die Störkörperanzahl (Munition, Munitionsteile, Waffen, Waffenteile, Schrott und ferromagnetische Steine) in Stückzahlen einschließlich der zugehörigen Tiefenbestimmung dokumentiert. Die Ergebnisse werden in Tabellenform dokumentiert. Die Ermittlung der durchschnittlichen Belastung auf 1000 m² wird im Kapitel 10.8.1 exemplarisch beschrieben. Im übrigen erfolgt die Dokumentation der Testfeldberäumung in Form von Munitionslisten und den vom Auftraggeber ggf. zusätzlich gewünschten Nachweisen (z. B. Räumstellenprotokolle, Abschlussbericht).

- Abschlusskontrolle und Abnahme sowie die anschließende Übergabe der geräumten Fläche an den Auftraggeber

Die Abschlusskontrolle und Abnahme erfolgt unmittelbar nach Beendigung der Räumarbeiten.

- die Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung auf den Räumstellen erfolgt durch Eigenüberwachung der Firmen. Externe Qualitätskontrollen können durch den Auftraggeber bzw. die Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e.V. angeordnet werden.

10.8.1.1 Ermittlung der durchschnittlichen Belastung aus der Testfeldsondierung

Für jedes Testfeld erfolgt die Dokumentation der aufgefundenen Munitions-, Waffen- und Schrottteile in Tabellenform. Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft die Systematik der Ergebnisdokumentation.

Fundtiefe	Munition Stück	Munitionsteile Stück	Waffen Stück	Waffenteile Stück	Schrott Stück	Ferromagn. Steine Stück
Bis 30 cm	27					
30-60 cm	15					
60-90 cm	6					
90-120 cm	3					
über 120 cm	-					

Die Ermittlung der durchschnittlichen Belastung wird auf der Grundlage der Ergebnisse aus der Testfeldberäumung für eine Fläche von 1000 m² im Folgenden exemplarisch für Munition durchgeführt. Die Größe des Testfeldes wird mit 540 m² angenommen. Die Berechnung ist für jeden Tabellenwert einzeln vorzunehmen.

Berechnung für 1000 m²:

0-30 cm 27 Stück x 1000 m² / 540 m² = 50

30-60 cm 15 Stück x 1000 m² / 540 m² = 27,8

usw.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Gesamtfläche (hier: 1000 m²) werden in Tabellenform dokumentiert. Sie stellen die Grundlage für die Leistungsbeschreibungen der Kampfmittelerkundung und -räumung auf Freiflächen sowie der Sondierung und Bergung von Kampfstoffmunition (chem. Kampfstoffe) dar.

Fundtiefe	Munition Stück	Munitionsteile Stück	Waffen Stück	Waffenteile Stück	Schrott Stück	Ferromagn. Steine Stück
Bis 30 cm	50					
30-60 cm	27,8					
60-90 cm	11,1					
90-120 cm	25,6					
über 120 cm	-					

10.8.2 Kostenermittlung

Bei Über- oder Unterschreitung der Belastungsangaben aus der Testfeldberäumung für die Leistungsverzeichnisse „Kampfmittelsondierung und -bergung auf Freiflächen“ und „Sondierung und Bergung von Kampfstoffmunition (chemische Kampfstoffe)“ kommt es zu einer Veränderung der m²-Einheitspreise.

10.8.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Vermessung und Markierung der Testfelder pauschal	psch.	
Freischneiden / Roden von Gestrüpp und Bäumen bis 11 cm Durchmesser nach Flächengröße	m ²	
Sondierung und Beräumung eines Testfeldes	m ²	

10.8.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen, Gründungen
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
10 80 00 Testfeldberäumung

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
10 81 00	Baustelleneinrichtung					
01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung herstellen	psch.	#	#	#	0
02	Vorhalten und Betreiben der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
03	Vorhalten der Baustelleneinrichtung	d	#	#	#	0
04	Räumen der Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
05	Vorhalten und Einsetzen eines geländegängigen Fahrzeuges als Rettungsfahrzeug in Notfällen	d	#	#	#	0
06	Kennzeichnung der An- und Abfahrtswege, Herrichten der Feuerwehr- und Rettungszufahrten	psch.	#	#	#	0
07	Wege wiederherstellen in den Zustand vor Beginn der Räummaßnahmen	m²	#	#	#	0
08	Einbaumaterial zur Wegeherrichtung liefern frei Räumstelle incl. Laden und Transport auf der Räumstelle bis zu Transportentfernung von 2 km	m³	#	#	#	0
10 82 00	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte					
01	Vermessung und Markierung der Räumabschnitte mittels DGPS (Genauigkeit +/- 1 m), Einrichten eines Parzellengitters	psch.	#	#	#	0
02	Markieren der Räumfelder im Gelände	psch.	#	#	#	0
10 83 00	Herstellen der Sondier- und Räumfreiheit					
01	Freischneiden und Roden von Gestrüpp, Aufwuchs, Bäumen bis 11 cm Durchmesser und Unterholz zur Sondierung und Beräumung des Geländes	m²	0,01	0,23	0,07	6
02	Bäume fällen über 11 bis 30 cm Durchmesser, einschl. roden der Wurzelstöcke, Bäume in Länge von 1 m schneiden und außerhalb des Räumgeländes in messbaren Stapeln lagern, Förderweg bis ... km	Stck.	#	#	#	0
03	Transport des Schnittgutes bis .. km zum Ablagerungsort auf der Räumstelle	m³	#	#	#	0
04	Laden, Transportieren und Entsorgen des Schnittgutes	m³	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
10 80 00 Testfeldberäumung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
10 84 00	05	Aufnahme von als Räumhindernis erkennbaren Abfällen, inkl. Ablagerung am Sammelpunkt, ohne Entsorgungskosten	t	77,00	179,00	131,40	5
	06	Aufnahme von Schrott als Räumhindernis, Transport zum Sammelpunkt und Bildung von Haufwerken bzw. Deponierung in Containern. Die Abrechnung der Container erfolgt in einer gesonderten Position	t	#	#	#	0
	01	Sondierung und Beräumung					
	01	Sondierung und Beräumung eines Testfeldes bzw. der Testfelder gemäß Vorbemerkungen von Munition, Munitionsteilen, Waffen, Waffenteilen, ferromagnetischen Steinen und Schrott bei einer durchschnittlichen Sondenleistung von 300 bis < 400 m ² (pro 8-Stunden-Arbeitstag). Müssen mehrere Testfelder geräumt werden, erfolgt die Ermittlung und Abrechnung der Sondenleistung für jedes Testfeld getrennt	m ²	#	#	#	0
	02	wie vor, jedoch Sondenleistung > 400 m ² .	m ²	#	#	#	0
	03	wie vor, jedoch Sondenleistung 200 bis < 300 m ² .	m ²	#	#	#	0
	04	wie vor, jedoch Sondenleistung 100 bis < 200 m ² .	m ²	#	#	#	0
	05	wie vor, jedoch Sondenleistung 50 bis < 100 m ² .	m ²	#	#	#	0
	06	wie vor, jedoch Sondenleistung < 50 m ² .	m ²	#	#	#	0
	00	Dokumentation					
10 85 00	01	Erstellung einer Dokumentation über die Menge der vorliegenden Störkörper mit Tiefenangabe für jedes Testfeld getrennt und nach folgender Einteilung: Störkörper gesamt, davon Munition (Stück), Munitionsteile (Stück), Waffen (Stück), Waffenteile (Stück), Schrott (Stück), ferromagnetische Steine (Stück).	psch.	#	#	#	0
	02	Übernahme der in der Vorposition erfassten Daten in Tabellen gemäß Vorbemerkungen	psch.	#	#	#	0
	03	Abschlussbericht, Übergabe der Nachweisdokumente für die Munition sowie der Bautagesberichte	psch.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

11 Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme

11.1 Umwelttechnische Felduntersuchungen

11.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Konventionelle Untersuchungsverfahren nach DIN / DVGW

Die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) – Altlastenausschuss (ALA); Unterausschuss „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“ (2002) gibt folgende Hinweise zur Untersuchung:

Werden die Proben nicht an der Bodenoberfläche entnommen, müssen geeignete Aufschlüsse im Untergrund geschaffen werden. Voraussetzung hierfür ist eine sorgfältige Spartenerkundung (Verlauf von Ver- und Entsorgungsleitungen). Je nach den geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten, der Art und Verteilung der Schadstoffe, der Fragestellung der Untersuchung sowie den Anforderungen an die Güte des Probenmaterials und die Probenmenge bieten sich unterschiedliche Bohrverfahren oder das Anlegen von Schürfen an. Nachstehende Tabelle zeigt eine Übersicht über die möglichen Aufschlussverfahren.

Grundsätzlich soll das Probenmaterial bei der Entnahme in seiner chemischen, physikalischen und biologischen Beschaffenheit so wenig wie möglich gestört werden. Unzulässig sind wegen der dadurch eventuell ausgelösten chemischen Veränderungen bzw. Konzentrationsminderungen von Schadstoffen Verfahren mit

- Verwendung von Bohrspülungen,
- Erwärmung des Bohrgutes, v. a. bei Verdacht auf leichtflüchtige oder organische Schadstoffe,
- Auswaschung von Feinkornanteilen der Probe (z. B. Greiferbohrungen).

Durch geeignete Materialien der Probennahmegerätschaften und die Reinigung der Probennahmewerkzeuge vor jeder Probenentnahme müssen entnahmebedingte Kontaminationen von Proben zuverlässig ausgeschlossen werden. Die Verwendung von Lösungsmitteln ist zu vermeiden bzw. zu dokumentieren.

Der Bohrdurchmesser sollte mindestens das Dreifache des Größtkorndurchmessers betragen. Unterschreitungen des Mindestbohrdurchmessers führen in der Regel zu Qualitätsminderungen bei der Probennahme.

In der DIN 4021 "Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben" sowie in den DVGW-Merkblättern W 115 und W 121 werden die gängigen Aufschlussverfahren beschrieben. Diese Richtlinien beziehen sich allerdings entsprechend ihres Ursprungs auf Baugrunduntersuchungen und Brunnenbohrungen und sind für den Altlastenbereich nur bedingt anwendbar.

Bei sehr inhomogenem Material und Material mit einem hohen Skelettgehalt (d. h. mit einem Durchmesser > 2 mm) sollte die Entnahmemenge ca. 4 kg umfassen, um eine ausreichende Menge an Feinanteil (1-2 kg) gewinnen zu können. Im Allgemeinen richtet sich die zur Gewährleistung der Repräsentativität notwendige Probenmenge nach der maximalen Korngröße des zu untersuchenden Materials, sodass für kiesige bis steinige Substrate größere Entnahmemengen von z. T. > 4 kg erforderlich sind.

Als Größtkorn ist dabei im Sinne der DIN 4022 diejenige Korngruppe zu betrachten, die einen geschätzten Nebenanteil von mehr als 15 % ausmacht. Ihre Größe wird außerdem bestimmt durch die Anzahl und Art der zu analysierenden Parameter und der benötigten Rückstellprobenmenge. Die Probennahme sollte vor der Durchführung mit der Untersuchungsstelle abgestimmt werden.

Tabelle 1: Bohrverfahren in Böden (Grundlage: DIN 4021 „Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben“, Tab. 1, S. 4-5)

Verfahren	Durchmesser in mm		Güteklasse	Vorteile	Nachteile	Fehlerquellen	Erkundu- ngsphase
Handbohrung	15 - 80	D/5	5 oder schlechter	sehr schnell und kosten- günstig	nicht immer reprä- sentativ, nur bis max. 2 m	Randkontamination ungenauere Profil- ansprache, Verluste flüchtiger Stoffe	Orientierung, Abgrenzung
Kleinramm- bohrung	35 - 80	D/5	bestenfalls 2 in bindigem, bis 3 in rolligem Boden	kostengünstig, schnell, auch in Kellern, Häu- sern usw.	Kernverluste durch Stauchungen, Nach- fall, Ausgasung	Ungenauigkeit im Profil, Randkontami- nation, Verluste flüch- tiger Stoffe	Orientierung, Abgrenzung
Rammkern- bohrung	80 - 300	D/3	2 in bindigem, 3-2 in rolligen Böden	gute Kerne, auch unter Grundwasser einsetzbar	Erwärmung in festen Böden, Vermischung beim Auspressen in nichtbindigen Böden	Verluste flüchtiger Stoffe, Verschleppung von Schadstoffen	Orientierung, Abgrenzung, Detailunter- suchung, Sanierung
Rotationskern- bohrung	65 - 200	D/3	bestenfalls 4 über Gw, 5 unter Gw	kostengünstig, große Proben- mengen	Störung der Proben, Entmischung rolliger Böden, Erwärmung in festen Böden	Vermischung von Probengut, Verlust von Feinkorn unter Gw- Oberfläche, Verlust leichtflüchtiger Schad- stoffe	Abgrenzung, Sanierung
Greiferbohrung	400 - 2500	D/2	3 über Gw, 5 bis 4 unter Gw	große Durch- messer, große Probenmengen, auch größtes Material	ungenauere Profile, Störung der Proben, Entmischung unter Gw, Entsorgung	Vermischung von Probengut, Verlust von Feinkorn unter Gw- Oberfläche	Detailunter- suchung, (Sanierung)
Schlauchkern- bohrung	80 - 200	D/3	2 bis 1	exakte Profile, kein Luft- und Wasserzutritt zum Proben- material, Schutz vor Entgasung	aufwändiges Verfah- ren, anfällig gegen Störkörper	Wechselwirkung mit Schlauchmaterial	Detailunter- suchung, Sanierung
Schurf (begehrbar)	beliebig		2 bis 1	exakte Profile, Lagerung erkennbar, jede Probenmenge und -güte	Arbeitsschutz, Ver- bau, Entsorgung, Platzbedarf	Luftzutritt, Ausgasung	Abgrenzung, Detailunter- suchung, Sanierung
Sonderprobe (ungestörte Probennahme)	50 - 200	D/3	1	hydraulische und boden- mechanische Parameter	aufwändiges Verfah- ren		Detailunter- suchung, Sanierungs- planung

Direct-Push-Verfahren nach ASTM

Direct-Push Verfahren werden seit Ende der 80er Jahre auf Betreiben der US EPA für Geomonitorings entwickelt und in Deutschland seit Mitte der 90er Jahre eingesetzt. Sie basieren auf einer hydraulisch angetriebenen Bohranlage, die i.d.R. auf einem geländegängigen Fahrzeug montiert ist. Die Kraftübertragung der Hydraulik auf die Bohrwerkzeuge und Probenahmeinstrumente erfolgt wahlweise statisch drückend oder dynamisch vibrierend / schlagend und / oder rotierend. Die Einsatztiefen liegen bei statischer (LKW-) Auflast (ca. 15-20 t) bei ca. 30 m und bei zusätzlicher dynamischer Kraftübertragung mittels Percussionshammer bei bis zu 50 m. Die Einsatztiefe verringert sich in heterogenen, stark verdichteten Untergründen. Der Einsatz ist auf Lockergesteine beschränkt. Die Bohrung erfolgt mit Hohlgestänge. Je nach Untersuchungsziel und -medium stehen die unterschiedlichsten Beprobungsinstrumente zur Verfügung. Diese sind wahlweise einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar.

Im einzelnen sind dies Direct-Push **Monitoringsonden** für die Umweltmedien (Bracke, 2002) zur:

- Bodenuntersuchung (horizontierte Entnahme von ungestörten Bodenproben in Linern; ASTM D 6282-98);
- Bodenluftbeprobung (Multi-Level);
- Bodenwasser- bzw. Sickerwasseruntersuchung (Einbau von Saugkerzen in die ungesättigte Bodenzone zur Feststellung von Sickerwasserkonzentrationen);
- Grundwassersondierung (Continuous-Level-Grundwasserbeprobung; ASTM D 6001-96);
- Bohrlochgeophysik (Goelektrische Dipol-Leitfähigkeitsmessungen);
- chemischen in-situ Analytik (bildgebende Verfahren) mittels MIP-Sonden (gekoppelt an GC-PID/FID/DELCD + online Gaschromatographie) und Laserinduzierten Fluoreszenz-Sonden (LIF). MIP-Sonden thermodesorbieren Organika aus festen, flüssigen und gasförmigen Medien und eignen sich zum gaschromatographischen Nachweis aller organischen Verbindungen mit Siedetemperaturen bis ca. 250°C. Die Nachweisgrenzen liegen z. B. im Grundwasser stoffspezifisch zwischen 5-150 µg/l. LIF-Sonden messen selektiv bis zu 4 Stoffgruppen aus der Mineralölkohlenwasserstoff-Fraktion (z. B. Benzole).

Das Bohrfahrzeug wird für in-situ on-line Messungen durch ein Labormobil unterstützt.

Neben den umweltrelevanten Fragestellungen ermöglicht das System den Einsatz von **Drucksonden** (nach DIN 4094 und ASTM D5778-95) zur Bestimmung von Lagerungsverhältnissen für:

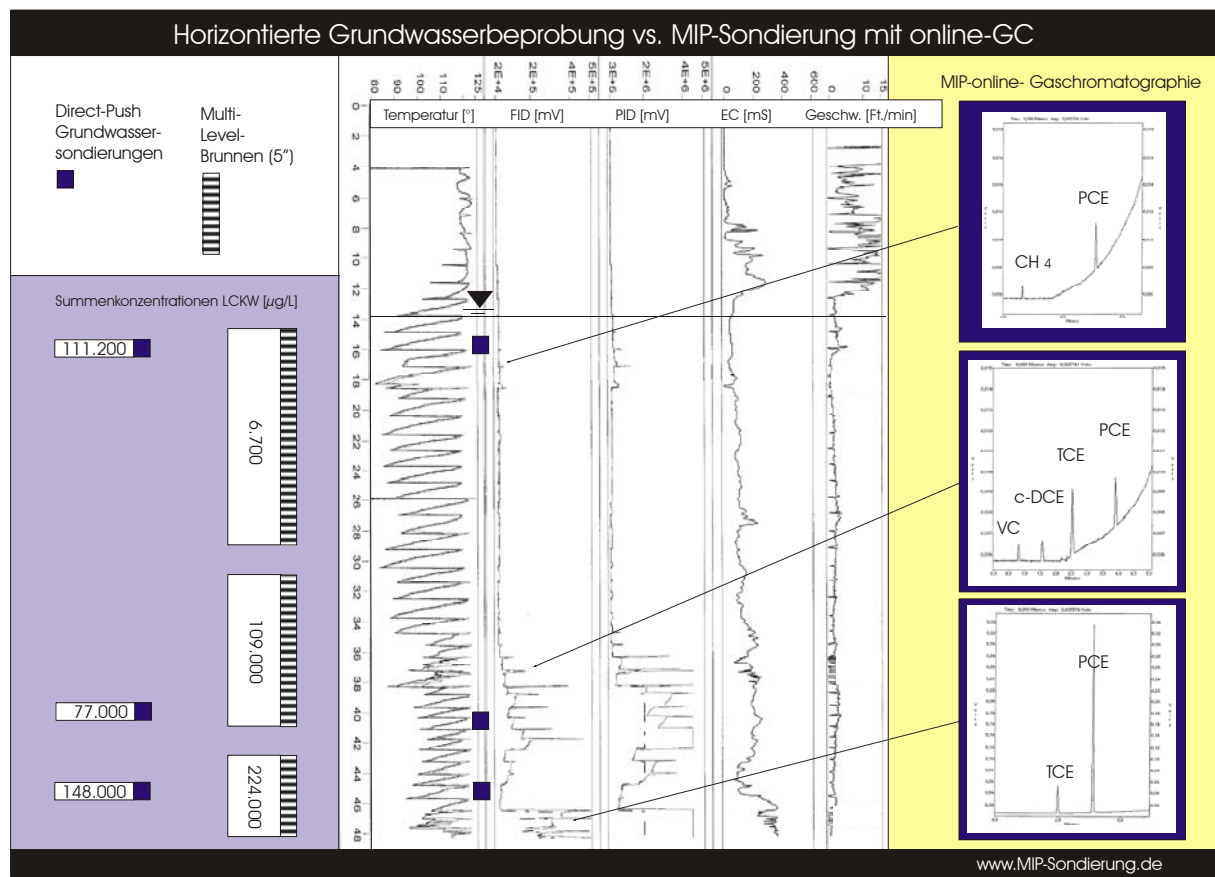
- Geotechnische Untersuchungen (CPT-Drucksonden; Spitzendruck vs. Mantelreibung);

Darüber hinaus ermöglicht das System den Einsatz von **Injektionssonden** zur:

- Verpressung und Abdichtung von Bohrlöchern in der gesättigten und ungesättigten Bodenzone, z. B. mittels hochdruckverpresster Bentonitsuspension;
- in-situ Sanierung von Grundwasserschäden auf der Grundlage reaktiver Systeme (Wände bzw. Schleier). Vorbereitend für den „Enhanced Natural Attenuation“-Prozess wird mit DP-Injektionssonden im Aquifer ein Suspensionsschleier aus chemischen Verbindungen zur kontrollierten Freisetzung von Sauerstoff (⇒ z. B. Aerobe Biodegradation von Kohlenwasserstoffen, DCE, VC) bzw. von Wasserstoff (⇒ z. B. Anaerobe Biodegradation; z. B. reduktive Dechlorierung von CKW) aufgebaut.
- Heissdampfinjektion, Hochdruckwasserinjektion, Co-Solvent-Flooding zur Schadstoffmobilisierung.

Zusammenfassende Darstellung einer kombinierten umwelttechnischen Felduntersuchung mit konventioneller Grundwassermessstelle nach DVGW und Direct-Push-Verfahren auf LCKW an einem gemeinsamen Messpunkt, bestehend aus (von links nach rechts):

- a) Direct-Push Grundwassersondierung: Tiefenlage der 3 Probennahmepunkte in den Anreicherungshorizonten auf Basis der MIP-Messungen (16, 40 und 46 ft.);
- b) konventionelle Multi-Level 5“-Grundwassermessstelle: Tiefenlage der 3 Filterstrecken (15-29 ft., 31-41 ft. und 43-48 ft.); die Filterstrecken erfassen die kontaminierten Horizonte im Aquifer unterschiedlich gut (Oben zu 20 %, Mitte zu 50 %, Basis zu 100%);
- c) MIP-Sondierung: Sondentemperatur: Aufnahme der konduktiven und konvektiven Wärmeleitfähigkeit von Gestein und Grundwasser; ionisierbare organische Substanzen (FID / PID); goelektrische Bodenleitfähigkeit (Lithologie); Sondeneindringgeschwindigkeit (inverse Lagerungsdichte);
- d) MIP-gekoppelte in-situ online-Gaschromatographie (s. LB 13.1.1).



11.1.2 Kostenermittlung

11.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Schürfe herstellen	m ³	Stck.
Aufbrechen von Versiegelungen	cm	Stck.
Bohrung herstellen (Kleinrammbohrung, Direct-Push-Verfahren) gestaffelt nach Tiefen / Bodenarten	m	Stck.
Grundwassersondierung durchführen	m	Stck.
Bodenluftsondierung durchführen	m	Stck.
Bildgebende Verfahren (MIP-Messungen) durchführen	m	
Bohreinrichtung umsetzen	Stck.	
Probenahme aus Bohrung	Stck.	
Einmessen der Bohrpunkte	Stck.	
Darstellung der Bohrprofile	m	Stck.

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Bohrungen, die aufgegeben werden müssen, und im Boden verbleibende Rohre einschließlich Rohrverbindungen, die nicht gezogen werden können, werden abgerechnet wie ausgeführte Leistungen, es sei denn, dass die Ursache der Auftragnehmer zu vertreten hat.
- Die Bohrlänge wird ermittelt vom plangemäßen Bohransatzpunkt bis zur vereinbarten Endteufe.

LEISTUNGSBEREICH 11-10-00	UMWELTECHNISCHE FELDUNTERSUCHUNGEN
BAUSTELLENEINRICHTUNG	
maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung	Kostenansatz BE [€]
pauschal für Bodenaufschlussarbeiten	836
pauschal für (Beton)Kernbohrungen	334
AUFSCHLUSSBOHRUNGEN	
Basiskosten Bodenprobenahme	Kostenansatz PR [€/m]
(Kleinramm)Bohrung zur Bodenbeprobung (DIN 4021); mit durchgehender Kerngewinnung, Schichtenverzeichnis (DIN 4022/4023), ØDN 50-60 mm	14,50
Bohrtiefe [m]	Kostenfaktor Tiefe tp
0-3	1,0
3-5	1,1
5-10	1,4
> 10	1,6
Schlauchkern	Kostenfaktor s
mit Schlauchkern	1,4
ohne Schlauchkern	1,0
Basiskosten Aufbrechen Befestigung	Kostenansatz KB [€/cm]
	2,20
Kosten LB 11-10-00 = $\Sigma BE[€] + PR [€/m] \times tp \times s + KB [€/m] \times cm =$ _____ €	

11.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser, Schichtenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser
LB 54-00-00	Dränarbeiten und Entwässerungskanalarbeiten
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren in-situ

LB-AF Nr. Leistungsbereich
11 10 00 Umwelttechnische Felduntersuchungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11 11 00	Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller erforderli- chen Gerätschaften, An- und Abreise der Bohr- mannschaft	psch.	306,77	2.500,00	836,28	8
	für Bodenaufschlussarbeiten:		306,77	2.500,00	x 1,0	
	für Grundwassermessstellen:		2.500,00	2.500,00	x 2,9	
	für (Beton)Kernbohrungen:				x 0,4 *	
02	An- und Abfahrt eines vollständig ausgerüsteten Laborfahrzeugs zur Beprobung von Bodenluft- / Grundwassermessstellen, einschl. Vorhalten und Nachliefern aller erforderlichen Geräte, Gefäße, Verbrauchsmaterialien und Personalkosten	psch.	35,00	175,00	103,33	3
03	Baustellenbereiche für Bohrungen und Brunnen- bau freimachen, Buschwerk und Bodenunebenhei- ten beseitigen	psch.	250,00	2.970,00	1.080,00	4
04	Einrichten und Vorhalten einer Wanderbaustelle für ca. 12 wechselnde Standorte mit Bohr- und Probenahmegerätschaften, Arbeitsschutz und Verbrauchsmaterialien	psch.	500,00	1.290,00	727,50	4
11 12 00	Geologische Betreuung, Vermessung, Dokumentation					
01	Fachgutachterliche Überwachung der Feldarbeiten durch Geologen	psch.	370,69	485,73	428,21	2
02	Fachgutachterliche Überwachung der Bohr- und Probenahmearbeiten durch Geologen	d	434,60	1.022,58	539,13	11
03	Festlegung und Auspflockung aller Ansatzpunkte	psch.	127,82	766,94	301,66	7
04	Festlegung der Bohrlöcher	Stck.	43,90	146,23	85,96	10
05	Überprüfung früher errichteter stationärer Mess- stellen für Grundwasser und Bodenluft auf Exis- tenz, genaue Lage und Funktion (visuelle Kontrol- le, Lotung, Wasserstandsmessung)	Stck.	2,56	160,00	35,11	30
06	Einmessen der Bohransatzpunkte bzw. der Mess- stellen, je Ansatzpunkt	Stck.	5,00	1.779,30	25,98	103
	nach Lage		13,63	13,63	x 0,5	
	nach Lage und Höhe		5,00	1.779,30	x 1,0	
07	Einmessen / Nivellement der Ansatzpunkte	psch.	51,13	1.124,84	330,64	6
08	Darstellung der Bohrprofile	Stck.	5,62	46,00	21,35	11
09	Darstellung der Bohrprofile	m	2,50	3,80	3,47	7
10	Eingabe aller Bohr- und Sondierdaten in SEP, je Bohrung	Stck.	5,11	17,90	9,84	4
11	Eingabe aller Bohr- und Sondierdaten in SEP	psch.	115,04	429,49	246,06	8
12	Eintragen und Vermaßen der Bohrpunkte in einem Lageplan	Stck.	2,00	245,42	39,53	79
13	Digitalisierung der Ergebnisse und Aufbereitung der Daten zur Übernahme in eine geeignete GIS- Plattform	h	41,00	41,00	41,00	4
14	Prüfprotokolle für MIP-Sondierungen erstellen, inkl. Dateninterpretation der Thermo-Response- Messungen und von online-Gaschromatographie	m	2,80	5,50	3,17	10
15	Messprotokolle Bodenluftbeprobung erstellen	Stck.	3,60	3,60	3,60	9
16	Messprotokolle Grundwasserbeprobung erstellen	Stck.	3,60	3,60	3,60	9

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 10 00 Umwelttechnische Felduntersuchungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11 13 00	Vorbereitende Arbeiten, Nebenleistungen					
01	Auf-/ Abbau und Umsetzen der Bohreinrichtung (Kleinrammbohrung; Gerätschaften zur Durchführung der Radonmessung, Probenahme Bodenluft und Messung Gesamt-C mittels PID oder FID)	Stck.	5,11	30,00	13,38	4
02	Umsetzen von Bohreinrichtungen	Stck.	10,22	281,21	40,49	27
	für Bodenaufschlussarbeiten:		10,22	140,61	x 1,0	
	für Grundwassermessstellen:		25,00	281,21	x 2,9	
	für (Beton)Kernbohrungen:		28,00	28,00	x 0,7	
03	Sichern der Bohrstelle und des Arbeitsbereiches, Sammeln, Zwischenlagern und Entsorgen des Bohrgutes	Stck.	100,00	150,00	115,00	4
04	Durchbrechen/Durchbohren von Oberflächenbefestigung, wie z. B. Beton, Asphalt, Mauerwerk, Pflasterstein bis 30 cm Mächtigkeit					
	bis 30 cm	Stck.	9,00	79,25	34,44	62
	jeder weiterer cm	cm	0,50	8,20	2,26	53
05	Durchbrechen von Asphalt- und Pflastersteindecken; Wiederherstellung des Urzustandes	Stck.	12,78	30,68	21,08	6
06	Schürfgrube für Handschachtung erstellen	Stck.	33,23	120,00	62,53	10
07	Bohrloch verfüllen und abdichten mit	m	2,05	33,49	2,79	17
	Bohrgut		#	#	x #	
	bindigem Boden		2,05	5,00	x 1,0	
	Quellton		3,06	8,00	x 1,6	
	Feinsand / Kies				x 0,4 *	
	Zement-/Bentonitsuspension				x 0,3 *	
	Flüssigbeton		#	#	x #	
08	Bohrloch verpressen mittels Hochdruckinjektion	m	9,00	13,80	10,20	4
	mit Bentonitsuspension		9,00	13,80	x 1,0	
	andere Suspensionen (ORC, HRC)		#	#	x #	
09	Liefern, vorhalten, betreiben und entfernen einer wasserdichten, luftdicht verschließbaren Deckmulde (~ 5 m³) zur Aufnahme von kontaminierten Bohrgut	Stck.	76,69	332,34	160,83	5
10	Bohrgut in unkontaminiertes und belastetes Material trennen; belastetes Material in Container zwischenlagern	m³	2,10	21,36	8,49	22
	bis 25 m³		2,75	21,36	x 1,0	
	bis 200 m³		2,10	10,86	x 0,6	
11	Entsorgung kontaminierten Bohrguts	m³	230,08	787,39	471,26	5
12	Entsorgung nicht-kontaminierten Bohrguts	m³	30,14	179,97	79,86	5
13	Lageweise Wiedereinbau und Verdichtung von zwischengelagertem Bohrgut, Verdichtungsgrad 98% DPr	m	21,70	179,80	68,30	5
11 14 00	Direct-Push-Sondierungen					
01	Schlauchkernbohrungen zur Gewinnung einer ungestörten Bodensonderprobe aus definierter Tiefenlage mittels Kernrohr mit patentierter, verschließbarer Spitze erstellen (gem. DIN 4021-Kap.7.4); Rammkernrohr: nach Bohranforderungen = 2" bzw. 1,5"	m	10,00	50,00	10,00	6
	Bohrtiefe (bis Tiefenlage der Sonderprobe):					
	0 - 5 m		10,00	10,00	x 1,0	
	5 - 10 m		13,00	13,00	x 1,3	
	10 - 15 m		18,00	18,00	x 1,8	
	15 - 20 m		26,00	26,00	x 2,6	
	20 - 25 m		35,00	35,00	x 3,5	
	25 - 30 m		50,00	50,00	x 5,0	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 10 00 Umwelttechnische Felduntersuchungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
02	Zulage für Liner, gasdicht mit Gummikappen und Teflondichtung einschließlich geordnete Entsorgung von kontaminierten Linern und Bohrgut Liner aus PE, klarsichtig, chemikalienbeständig (l=1000 mm) Liner aus Edelstahl (l=1000 mm) Liner aus Teflon (l=1000 mm)	Stck.	11,00	50,00	11,00	3
03	Kleinrammbohrungen mit Spezialsonde zur direkten Entnahme von Bodenluftproben erstellen Bohrtiefe (bis Tiefenlage der Bodenluftprobe): 0 - 5 m 5 - 10 m 10 - 15 m 15 - 20 m 20 - 25 m 25 - 30 m	m	13,00	40,00	14,75	12
04	Grundwassersondierung zur direkten Entnahme von Grundwasserproben; Durchmesser Grundwassersonde: nach Erfordernissen der Probenahme = 1" bzw. 2"; Edelstahlfilter; Filterweite in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Grundwasserleiters inkl. Protokollierung und Dokumentation Bohrtiefe (bis Tiefenlage der Grundwasserprobe): 0 - 5 m 5 - 10 m 10 - 15 m 15 - 20 m 20 - 25 m 25 - 30 m	m	9,20	38,00	17,22	57
11 15 00	Direct-Push-Sondierungen mit bildgebenden Verfahren (in-situ-Analytik) MIP-Sondierungen					
01	System- und Messvorbereitung; arbeitstägl. Kalibrierung der Geräte	Stck.	127,80	250,00	140,71	11
02	Umsetzen des Laborfahrzeuges und der Einrichtung zur Messung	Stck.	25,00	75,00	39,28	13
03	MIP-Messungen: 0 - 10 m (> 5 ft/min) 10 - 20 m (2 - 5 ft/min) 20 - 30 m (1 - 2 ft/min) 30 - 40 m (1 - 2 ft/min) Gestellung und Einsatz eines mobilen Labors zur <i>in-situ</i> und <i>online</i> Analytik; einschließlich aller Messtechnik und -elektronik, Verbrauchsmaterialien für Probenahme / -anreicherung und Analytik, Personal (Chemiker und Techniker); für die: Simultane on-line Messung von thermodesorbierbaren Schadstoffen (semiquantitative Messung von Summenparametern mittels MIP-PID/FID/DELCD Kopplung; Darstellung der Messwerte gegen die Tiefe in Diagrammform. Simultane Messung des Eindringwiderstandes und der geoelektrischen Leitfähigkeit zur Abschätzung der Lagerungsverhältnisse und zur Bodenklassifizierung nach DIN 4022 / 18196, lithologische Beschreibung Simultane Thermo-Response-Messung zur Abschätzung der hydraulischen Leitfähigkeit der gesättigten Bodenzone	m	45,00	81,60	49,46	38

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 10 00 Umwelttechnische Felduntersuchungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
04	Simultane selektive in-situ online Gaschromatographie von Einzelsubstanzen über Gasfalle bei Auffälligkeiten in den MIP-Logs	Stck.	30,00	45,80	33,58	20
05	Umrüstung des Labormobiles auf in-Haus-Messungen (Ausbau auf Lafette / Wiedereinbau und wiederholte Inbetriebnahme und Kalibrierung aller Messtechnik)	psch.	1.500,00	2.000,00	1.666,67	3
06	Geoelektrische Leitfähigkeits-Messungen: Bohrloch- / Messtiefe:	m	15,00	40,00	15,00	6
	0 - 5 m		15,00	15,00	x 1,0	
	5 - 10 m		20,00	20,00	x 1,3	
	10 - 15 m		25,00	25,00	x 1,7	
	15 - 20 m		30,00	30,00	x 2,0	
	20 - 25 m		35,00	35,00	x 2,3	
	25 - 30 m		40,00	40,00	x 2,6	
	Bohren und Einbringen von Leitfähigkeitssonden (Wenner-Methode) zur geophysikalischen Bodenklassifizierung; einschließlich aller Messtechnik / -elektronik, Operator und Datenauswertung mit PC. Simultane Messung geotechnischer Parameter anhand des Eindringwiderstandes zur Abschätzung der Lagerungsverhältnisse und zur Bodenklassifizierung nach DIN 18 196. Führen eines Schichtenverzeichnisses analog DIN 4022 ohne Gewinnung von Bodenproben. Lithologische Beschreibung.					
07	Stickstoff Laserinduzierte Fluoreszenz-Messungen (LIF): Von Mineralölkohlenwasserstoffen und anderen Fluorophonen bei Wellenlängen von 337 nm Bohrloch- / Messtiefe:	m	#	#	x #	0
	0 - 5 m					
	5 - 10 m					
	10 - 15 m					
08	CPT-Drucksondierungen: (s. geotechnische Felduntersuchungen)					
11 16 00	Bohrarbeiten zur Bodenprobenahme					
01	Kleinbohrung zur Beprobung des Bodens (DIN 4021); mit durchgehender Kerngewinnung (drehend, rammend, drückend); Durchmesser DN 50-80 mm; Erstellung von Schichten-Verzeichnissen (DIN 4022 / 4023), Bohrtiefe t:	m	12,78	33,54	14,53	25
	0 - 3 m		12,78	18,00	x 1,0	
	3 - 5 m		14,32	18,00	x 1,1	
	5 - 10 m		15,34	33,54	x 1,4	
	> 10 m		18,66	26,84	x 1,6	
	mit Schlauchkernen (Liner)				x 1,4 *	
02	Verrohrte Kleinrammbohrungen mind. DN 50 zur Gewinnung von Bodenproben gem. DIN 4021, DIN-ISO 10381 Teil 1 bis 3, inkl. Auf-/Abbau des Bohrgerätes, ordnungsgemäßem Verschließen der Bohrlöcher und fachgerechter Entsorgung des Bohrgutes Bohrtiefe t:	Stck.	9,00	360,00	31,42	177
	0 - 3 m		9,00	360,00	x 1,0	
	3 - 5 m		9,00	112,48	x 1,1	
	5 - 10 m		14,18	112,48	x 1,2	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 10 00 Umwelttechnische Felduntersuchungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11 17 00	03 Verrohrte Kleinrammbohrungen (Dual-Tube-Verfahren) bis in den grundwassergesättigten Bereich zur Gewinnung von Bodenproben gem. DIN 4021, DIN-ISO 10381 T 1-3 Bohrtiefe t: 0 - 5 m	m	17,90	58,80	19,97	7
	5 - 10 m		17,90	24,00	x 1,0	
	04 Kleinrammbohrungen abteufen Bohrtiefe t: < 4 m	m	20,50	32,00	x 1,2	12
	> 4 m		19,43	69,02	x 1,0	
	Durchmesser: 36 mm		19,43	50,11	x 1,3	
	80 mm		25,05	69,02	x 1,0	
	05 Dekontamination des gesamten Bohrgestänges nach jeder Bohrung in belastetem Material	Stck.	19,43	33,23	x 1,5	1
			29,65	69,02	x 1,5	
	Bohrarbeiten zur Bodenluftprobenahme, Ausbau zu BL-Messstellen		58,80	58,80	58,80	
	01 Sondierung mittels Bodengassonde (z. B. Dräger Stütz-Sonde) Bodenklasse 1-5, Reinigung des Sondiergestänges Sondiertiefe: 0-2 m	lfm	13,00	19,00	13,00	3
	2-4 m		13,00	13,00	x 1,0	
	4-6 m		16,00	16,00	x 1,2	
	02 Trockenbohrung für BL-Absaugbrunnen Durchmesser: 215 mm	m	19,00	19,00	x 1,4	70
	250 mm		41,93	623,78	108,25	
	300 mm		44,99	61,36	x 0,5	
	Bodenklasse: 1-4		90,00	155,05	x 1,0	
	2-5		41,93	623,78	x 1,4	
	Tiefe: 0 - 5 m		44,99	155,05	x 1,0	
	5 - 10 m		#	#	x #	
	10 - 15 m		41,93	273,54	x 1,0	
	15 - 20 m		46,02	329,78	x 1,1	
	20 - 25 m		65,45	409,03	x 1,5	
	03 Ausbau der Kleinrammbohrung zur provisorischen Bodenluftmessstelle mit 1 m PEHD-Vollrohr mit 2 m PEHD-Filterrohr 1 1/4 " mit gasdichtem GOK-Abschluss und Verschluss- kappe	Stck.	75,67	623,78	x 1,7	4
			77,34	603,33	x 1,8	
	04 Ausbau eines Bohrloches (DN 50) zur provisorischen BL Messstelle Tiefe: < 4 m	Stck.	38,35	94,59	61,36	24
	< 8 m		20,00	330,00	87,51	
	05 Ausbau der provisorischen Bodenluftmessstelle zur stationären BL-Messstelle <u>unterflur</u> mit 1 m PEHD-Aufsatzrohr mit 2 m PEHD-Filterrohr 1 1/4 " mit Schraubverschluss, gasdichter Sebakappe und Gusskappe in Betonsockel	Stck.	45,00	330,00	x 1,2	4
			94,59	153,40	112,74	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 10 00 Umwelttechnische Felduntersuchungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
06	Ausbau der provisorischen Bodenluftmessstelle zur stationären BL-Messstelle <u>überflur</u> mit 1 m PEHD-Aufsatzrohr mit 2 m PEHD-Filterrohr 1 1/4 " mit Schraubverschluss, gasdichter Sebakappe und Betonsockel (Überstand 0,5 m)	Stck.	79,25	127,82	107,37	4
07	Einrichtung von festen Multi-Level-Bodenluftmessstellen, zur späteren horizontalen Bodenluftabsaugung geeignet (Filter 1 - 1 1/4"; jede Filterstrecke wird separat über einen 1/4"-PE-Schlauch angeschlossen und ist somit einzeln absaugbar); Ausbautiefe nach Anforderung; technische Ausführung gemäß obiger Spezifikation	Stck.	420,00	650,00	420,00	4
	1-fach Messstelle		420,00	420,00	x 1,0	
	2-fach Messstelle		500,00	500,00	x 1,1	
	3-fach Messstelle		575,00	575,00	x 1,3	
	4-fach Messstelle		650,00	650,00	x 1,5	
08	Pegelsicherung (DN 50) unterflur (Straßenkappe, tagwasserdicht)	Stck.	65,00	430,00	247,08	16
09	Pegelsicherung (DN 50) überflur (Stahlstandrohr)	Stck.	25,00	281,21	149,15	14
10	Kunststofffolie Dicke 0,5 mm, 25 x 25 m, liefern und verlegen	m²	5,00	13,80	9,33	3
11	Bodenluftmessstellen zurückbauen	Stck.	102,91	1.382,57	508,84	7
11 18 00	Bohrungen sonstige					
01	Kernbohrungen	cm	0,90	1,70	1,12	8
	Durchmesser:					
	52 mm		0,94	1,19	x 1,0	
	100 mm		1,15	1,70	x 1,3	
	Material:					
	Mauerwerk		1,15	1,15	x 1,0	
	Beton		0,94	1,70	x 1,1	
	Stahlbeton				x 2,3 *	
02	Kernbohrungen in Beton; Durchmesser 300 mm	Stck.	299,11	299,11	299,11	1
03	Überschnittene Großbohrung in kontaminiertem Boden, d = 1000 mm, t = 8 m, mit Verrohrung; einschl. Umsetzen des Bohrgerätes, Verfüllen der Bohrungen mit unbelastetem Material	M³			175,53 *	
04	Schneckenbohrung, d=300 mm, Tiefe bis 4 m	m	125,00	125,00	125,00	1
05	Abteufen von Suchsondierungen d >= 50 mm zur Eingrenzung tiefer Hindernisse und Erkundung des Grundwasserstauers in einem vorgegebenen Raster inkl. Schichtenverzeichnis bis max. 9 m u.GOK	m	16,87	74,39	48,92	6
11 19 00	Baggerschürfe					
01	zur Eingrenzung der kontaminierten Bereiche	M³	8,80	36,42	17,27	5
# keine Kostendaten vorhanden						
* Daten aus LB 1997 / 1998						

11.1.3 Literatur

ASTM D5778-95 (Reapproved 2000): Standard Test Method for Performing Electronic Friction Cone and Piezocone Penetration Testing of Soils.- American Society for Testing and Materials; ASTM International West Coshohocken, PA, USA.

ASTM D 6001-96: Standard Guide for Direct Push Water Sampling for Geoenvironmental Investigations. - American Society for Testing and Materials; ASTM International West Coshohocken, PA, USA.

ASTM D 6187-97: Standard Practice for Cone Penetrometer Technology Characterization of Petroleum Contaminated Sites with Nitrogen Laser-Induced Fluorescence. - American Society for Testing and Materials; ASTM International West Coshohocken, PA, USA.

ASTM D 6282-98: Standard Guide for Direct Push Soil Sampling for Environmental Site Characterizations. - American Society for Testing and Materials; ASTM International West Coshohocken, PA, USA.

Bracke, R. (2002): Direct-Push-Technologien – Der Einsatz von DP-Verfahren für Geomonitorings und Baugrunduntersuchungen. - ecos-Verlag; Umwelttechnische und wissenschaftliche Schriften; Aachen und Kiel. ISBN-Nr.: 3-932485-05-X

Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) – Altlastenausschuss (ALA); Unterausschuss „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“, 2002.

DIN 4020 (1990): Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke. - Normenausschuss Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DIN 4021 (1990): Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben. - Normenausschuss Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DIN 4094 (1990): Erkundung durch Sondierungen.- Normenausschuss Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

www.direct-push.de

11.1.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen für umwelttechnische Felduntersuchungen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

11.2 Probenahme

11.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich umfasst die Probenahme von Boden, Baustoffen / Bausubstanz, Grundwasser, Bodenluft / Abluft / Gasen und Abfällen. Dazu zählt die Beprobung im Rahmen folgender Tätigkeiten:

- Voruntersuchung / Erkundung
- Sanierung (einschließlich Ein- und Ausgangsbeprobung von Dekontaminationsanlagen)
- Langzeitüberwachung (Monitoring)
- Arbeitsschutz
- Entsorgung

Die Beschreibung der Probenahmeverfahren im Leistungsregister erfolgt grundsätzlich nach Medien / Materialien getrennt. Eine Ausnahme stellt die Probenahme mittels Direct-Push-Technologie dar (vgl. LB 11-10-00 Umwelttechnische Feldarbeiten), für die unter Berücksichtigung der speziellen Geräte- und Verfahrenstechnik für die Bohr- und Probenahmearbeiten die Beprobung von Boden, Bodenluft und Grundwasser zusammenfassend beschrieben wird.

Die Anforderungen an die personellen Voraussetzungen, die gerätetechnische Ausstattung und die Qualitätssicherung von Untersuchungsstellen (auch zur Probenahme) werden in der „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“ Anhang 4 (LABO / ALA) definiert.

Nachfolgend werden weiterführende Hinweise zur Vorgehensweise bei der Probenahme für die unterschiedlichen Medien gegeben.

Boden

Entsprechend der BBodSchV Anhang 1, Nr. 2, richtet sich die Vorgehensweise bei der Probenahme nach den betroffenen Wirkungspfaden, der vermuteten vertikalen und horizontalen Schadstoffverteilung, der Flächengröße sowie der früheren, gegenwärtigen und geplanten Nutzung. Größere Flächen sind in geeignete Teilflächen zu gliedern. Zur Untersuchung der räumlichen Verteilung der Schadstoffe sind die Teilflächen unter Zuhilfenahme eines Rasters repräsentativ zu beproben. Die Festlegung des Rasters und der Probenahmestellen erfolgt unter Berücksichtigung aller Erkenntnisse aus den Voruntersuchungen und / oder einer geeigneten Vor-Ort-Analytik (s. auch LB 13-00-00). Vermutete Schadstoffanreicherungen sind gezielt, d.h. separat zu beproben.

Die BBodSchV legt im Anhang 1, Nr. 2.1 (Tabelle 1) Beprobungstiefen für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze fest.

Wirkungspfad	Nutzung	Beprobungstiefe
Boden-Mensch	Kinderspielfläche, Wohngebiet	0-10 cm ¹⁾ , 10-35 cm ²⁾
	Park- und Freizeitanlage	0-10 cm ¹⁾
	Industrie- und Gewerbegrundstücke	0-10 cm ¹⁾
Boden-Nutzpflanze	Ackerbau, Nutzgarten	0-30 cm ³⁾ , 30-60 cm
	Grünland	0-10 cm ⁴⁾ , 10-30 cm

¹⁾ Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0-2 cm bei Relevanz des inhalat. Aufnahmepfades
²⁾ 0-35 cm: durchschnittliche Mächtigkeit aufgebrachtter Bodenschichten: zugleich max. von Kindern erreichbare Tiefe
³⁾ Bearbeitungshorizont
⁴⁾ Hauptwurzelbereich

Für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze erlaubt die BBodSchV bei annähernd gleicher Schadstoffverteilung in den beurteilungsrelevanten Bodenschichten die Bildung von Mischproben innerhalb einer Beprobungstiefe für definierte Teilflächen. Nachfolgend wird die Vorgehensweise bei der Mischprobenbildung zusammenfassend dargestellt. Weitere Hinweise insbesondere zur Probenahme für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser sind der BBodSchV Anhang 1, Nr. 2.1.1 bis 2.1.3 zu entnehmen.

Größe der Gesamtfläche	Mischprobe je Teilfläche	Mischproben
Wirkungspfad Boden-Mensch		
s. BBodSchV Anhang 1		
Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze		
< 5.000 m ²	keine Teilung erforderlich	MP aus 15-25 Einzelproben einer Beprobungstiefe
< 10 ha	1 MP je 1 ha, jedoch von mindestens 3 Teilflächen	MP aus 15-25 Einzelproben einer Beprobungstiefe
> 10 ha	je 1 MP von mindestens 10 Teilflächen	MP aus 15-25 Einzelproben einer Beprobungstiefe
Nutzgärten	1 grundstücksbezogene MP für jede Beprobungstiefe	MP aus 15-25 Einzelproben einer Beprobungstiefe

Die BBodSchV legt im Anhang 1, Nr. 4.1, den Umfang der im Probenahmeprotokoll aufzunehmenden Angaben fest. Ein Musterformular zur Dokumentation der Bodenprobenahme findet sich in der „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“ in den Anlagen zu Kapitel 2 (LABO / ALA).

Bodenluft, Abluft, Gase

Für die Probenahme zur Messung von Schadstoffen wie z. B. Asbest- oder Mineralfasern und PCB in der Außen- oder Innenraumluft stehen spezielle Geräte zur Verfügung, mit deren Hilfe Probenahmen gemäß TRGS 519 (Asbest - Abbruch, Sanierung und Instandhaltungsarbeiten), Asbest-Richtlinie oder VDI 3492 durchgeführt werden.

Muster zu Probenahmeprotokollen finden sich u.a. in der VDI-Richtlinie 3865 und in der ITVA-Richtlinie Bodenluftabsaugversuch (H 1-1) sowie in der „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“ in den Anlagen zu Kapitel 2 (LABO / ALA).

Grundwasser

Die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) hat gemeinsam mit dem Altlastenausschuss (ALA) die „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“ herausgegeben. Dort werden im Kapitel 2.7. Anforderungen an die Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation der Grundwasserprobenahme beschrieben.

Hinweise zur Ausschreibung von Grundwasserprobenahmen können darüber hinaus dem Merkblatt des BWK „Erarbeitung von Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnissen zur Grundwasserprobenahme bei Altlasten in Lockergesteinen“ entnommen werden.

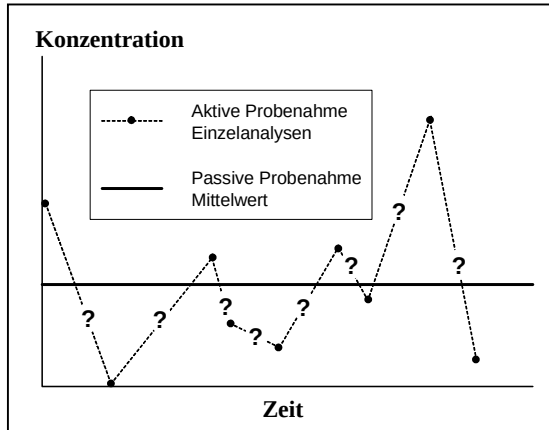
Die Beprobung von Grundwasser mit geogenen oder anthropogenen Anteilen leichtflüchtiger Substanzen und gelöster Gase mittels **aktiver saugender und hebender Pumpverfahren**, sowie als Schöpfproben birgt die Gefahr der Ausgasung. Diese Strip-Effekte sind u.a. auf Verwirbelungen und die Druckentlastung des Fluids

zurückzuführen. In der Konsequenz entsprechen die an der Erdoberfläche unter Atmosphärenbedingungen gemessenen Konzentrationen gelöster flüchtiger Stoffe im Fluid nicht mehr den im natürlichen Milieu tatsächlich vorhandenen Anteilen. Bei der Untersuchung leichtflüchtiger Stoffe oder gelöster Gase sind druckkonstante Verfahren zu verwenden, mit denen die Gewinnung unverfälschter Proben von Grundwasser, Fluiden und Suspensionen aus beliebigen Tiefen in Bohrlöchern, Brunnen, Bohrsonden und Verrohrungen unter Beibehaltung der dort jeweils herrschenden hydrostatischen Druckverhältnisse ermöglicht ist.

Probenahmesysteme						
	Saugpumpe	UWM-Pumpe (MP1)	Verdrängerpumpe	Schöpfer (druckhaltend)	Direct-Push Fußventilpumpe (Hydrolift)	Direct-Push HYDROP/ BAT (druckkonstant)
geohydraulische Gegebenheiten						
Ergiebigkeit der GWMST	> 10 l/min	> 1 l/min < 30 l/min	< 3 l/min	entsprechend d. verwendeten Pumpe	> 1 l/min	> 1 l/min
GW-Flurabstand	< 7 m	< 60 m	< 70 m	Wasserdruck am Entnahmepunkt < 700 kPa	Beliebig	Beliebig
Analyseparameter bzw. Kennwerte						
chem.-phys. Kennwerte (T, pH, ELF, O ₂ , U _H)	-	x	x	x	X	-
Mineralisation / organ. Stoffe	(x)	x	x	x	X	X
Drucksensitive Kennwerte (gelöste Gase, TIC, U _H , flücht. organ. Inhaltsstoffe)	-	- / (x)	(x)	x	(x)	X
Anorgan. und organ. Spurenstoffe (Schwermetalle, PSBM, ...)	(x)	(x)	(x)	x	X	X
Mikrobiolog. Kennwerte (Bakterien, Viren)	(x)	(x)	(x)		X	x
-: nicht geeignet (x): eingeschränkt geeignet x: geeignet						

Ein Musterprotokoll zur GW-Probenahme findet sich in der Anlage 5 des BWK-Merkblattes sowie in der „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“ in den Anlagen zu Kapitel 2 (LABO / ALA). Im Zusammenhang mit der GW-Probenahme werden u.a. zur Bestimmung der GW-Fließrichtung zumeist auch Grundwasserstandmessungen durchgeführt. Neben dem konventionellen Verfahren der Tiefenlotung in mehreren Pegeln eines zusammenhängenden Messstellennetzes werden zunehmend neue Verfahren eingesetzt, die eine Bestimmung von GW-Fließrichtung und –geschwindigkeit anhand eines einzigen Pegels / Brunnens ermöglichen. Zum Einsatz kommen diese Verfahren im Rahmen hydrogeologischer Vorerkundungen, beim Nachweis der Reichweite von Sanierungsbrunnen bei geringer Pegeldichte, zur Überprüfung von Tonsperren sowie bei Voruntersuchungen zur Erweiterung des Messstellennetzes. Da keine Markierungsstoffe in das Grundwasser eingebracht werden, sind diese Verfahren genehmigungsfrei.

Neben den o.g. aktiven Probenahmesystemen werden **Passivsammler** eingesetzt, bei denen im Wasser gelöste Substanzen durch Diffusion, d.h. ohne eine aktive Handlung vom Probennahmegerät aufgenommen werden. Bei zeitintegrierenden Passivsammlern lässt sich aus der angereicherten Schadstoffmasse und der Einsatzdauer die mittlere Konzentration im umgebenden Wasser bestimmen.



Im Fall einer Langzeitüberwachung reduzieren sich damit ggf. die Kosten für Personal und Geräte. Trotz der Entwicklung zahlreicher passiver Probennehmer für Wasser ist ihr Einsatz in Deutschland bis heute noch weitgehend auf den Forschungsbereich beschränkt. Passivsammler zeichnen sich jedoch dadurch aus, dass das hydraulische Strömungsfeld im Gegensatz zur aktiven Probennahme nicht oder nur in sehr geringen Maße verändert wird. Die Verfälschung der Probe durch eine verursachte Zuströmung von schadstofffreiem oder schadstoffhaltigem Wasser aus anderen Grundwasserhorizonten ist ausgeschlossen. Des weiteren sind Verluste leicht flüchtiger Substanzen, wie sie vor allem beim Einsatz von Saug- und Tauchpumpen auftreten können, kaum zu befürchten.

Die Nachteile einiger Passivsammler liegen in ihrer Abhängigkeiten in der Schadstoffaufnahme von der Temperatur, der Fließgeschwindigkeit sowie der Bildung von Biofilmen auf der Sammleroberfläche. Diese Nachteile gelten jedoch nicht generell für alle Passivsammler und können je nach Einsatzstandort auch vernachlässigt werden.

Passiv-sammler-Typ	Bisher gesammelte Substanzen ¹	Bauart des Sammlers	Einbau / Anwendung im Feld	Empfohlene Sammelzeiten ^{2,3}	Vorbereitung für die chemische Analytik	Kosten [Euro]	Bsp-Referenzen Internet-Adresse des Händlers
Wassergefüllte PE-Schläuche (PDBS passive diffusion bag samplers)	Polarere organische Substanzen (VOCs, Metalle, Spurenelemente)	PE-Schlauch (Ø 3-5 cm x 30-50 cm Länge) gefüllt mit dest. Wasser (300 mL)	Direkt an Schnur in Grundwassermessstelle oder in Käfig (PE, Edelstahl), auch in Sedimenten von Oberflächengewässern	14 d (GG)	Direkte Wasseranalyse, Ionenanalyse	14 – 20 EURO, oA	VROBLESKY et al. (1997, 2001) Innovative Messtechnik Weiß: www.im-weiss.de Columbia Analytical Services: www.caslab.com Eon products: www.eonpro.com
SPMD (Semipermable Membrane Device)	Stark lipophile Substanzen (PCBs, Dioxine, Organochlor-Pestizide, PBDE)	PE Schlauch (91.4 x 2.54 cm) gefüllt mit Triolein (1 mL)	in Metallkäfig; eine Wicklung der Sammler ist möglich, Einsatz in Oberflächen- und Grundwasser, Sediment und Luft	ca. 28 d (für die meisten Substanzen TWA)	Äußerer cleanup, Dialyse, Gelpermeationschromatographie, Messung mittels HPLC oder GC		PETTY et al (2000), GUSTAVSON & HARKIN (2000) Environmental Sampling Technologies: www.spmads.com Exposmeter: www.exposmeter.com
Keramik-Dosimeter	PAKs, BTEX, (CKWs)	Keramik-Röhrchen (5 cm x 1 cm) gefüllt mit festem, losem Adsorbentmaterial, verschlossen mit Teflon-Deckeln	in Metallkäfig, bisher im Grundwasser angewandt	Mehrere Monate (TWA)	Lösemittelextraktion, Messung mit GC oder HPLC	150 – 250 EURO, mA	GRATHWOHL (1999), MARTIN et al. (2003) Innovative Messtechnik Weiß: www.im-weiss.de
Gore-Sorber®	BTEX, MTBE, PAKs, VOCs, SVOCs	Loses Adsorbentmaterial in Modulen aus Gore-Tex® (ca. 2,5 x 0,3 cm, 40 mg Sorbens), mehrere Module mit unterschiedlichem Adsorbentmaterial in einem Gore-Tex® Trägerschlauch	Trägerschlauch mit Modulen wird in Bohrlöcher eingesetzt, im Boden oder Grundwasser	14 d zur Bestimmung von Konzentrations-trends (GG)	Thermodesorption, Messung am GC		SORGE et al. (1994) Gore & Associates www.gore.com/surveys/index.html
Gaiasafe Sammler	Metalle, Anionen (Sulfat, Phosphat), undissoziierte Stoffe (Schwefelwasserstoff), Organische Verbindungen	Fasern (Papier, Holzwolle oder Textilien), imprägniert mit sorptionsaktiven Wirkstoffen (2,5 g Faser pro Sammler)	Die imprägnierten Fasern werden in Netzbeuteln exponiert (9 x 22 cm)	2 d - 2 Monate (TWA, Bestimmung relativer Schadstoff-fracht-Profile)	Extraktion und Messung je nach gesammelten Substanzen		HAAS & OESTE (2001) Gaiasafe: www.gaiasafe.de
SPME (solid phase microextraction)	VOCs, BTEX, Pestizide, PAKs, PCBs,	Sorptive beschichtete Faser, gekoppelt an eine Spritze	Feldsammler hauptsächlich als <i>on site</i> Probenvorbereitungsmethode; selten als echter Passivsammler direkt im Wasser eingesetzt	30 min (GG)	Thermodesorption, Messung am GC		NILSSON et al. (1998) MÜLLER et al. (1999) Supelco: www.sigmaaldrich.com/Brands/Supelco/Home.html

¹ VOCs = volatile organic compounds, SVOC = semivolatile organic compounds, CKW = chlorierte Kohlenwasserstoffe, PAKs = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, PCBs = polychlorierte Biphenyle, BTEX = Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol, PBDE = polybromierte Diphenylether, MTBE = Methyl-*tert*-butyl-Ether

² Die empfohlenen Sammelzeiten sind abhängig von den zu sammelnden Substanzen. Die hier angegebenen Zeiträume beziehen sich auf die genannten bisher gesammelten Substanzen.

³ Das Verhalten der Sammler über den angegebenen Zeitraum: als Gleichgewichtssammler (GG) oder als zeitintegrierender Sammler, zur Berechnung zeitlich gemittelter Konzentrationen (TWA, time weighted average)

Bausubstanz / Baustoffe

Die Probenahme aus der mineralischen Bausubstanz erfolgt zumeist durch die Entnahme von vertikalen (z. B. Bodenplatten, Decken) oder horizontalen (z. B. Kamine, Wände) Bohrkernen. Soll eine Aussage über die oberflächennahe Belastung der Bausubstanz z.B. durch eingedrungene Schadstoffe getroffen werden, so ist der relevante Teil des Bohrkerns abzutrennen und auf die entsprechenden Schadstoffe zu analysieren. Dient die Untersuchung der Bausubstanz zur Beurteilung der Verwertbarkeit als RCL-Baustoff, so ist der gesamte Bohrkern chemisch zu untersuchen. Zur Untersuchung bereits gebrochener mineralischer Baustoffe sind repräsentative Haufwerksproben entsprechend der LAGA Richtlinie PN 98 zu entnehmen.

Die Beprobung von Bausubstanz kann auch mit geeigneten Handwerkzeugen (z. B. für Putz, Farbe, Beschichtungen, Fugenmasse) oder mittels Leimstreifen stattfinden (z. B. für Staub, Asbestfasern).

Bei der Untersuchung von Altholz ist bei der Probenahme das Untersuchungsziel besonders zu berücksichtigen. Ist eine Aussage über eine mögliche Holzschutzmittelbelastung zu treffen, so erfolgt die Probenahme nur an der Holzoberfläche. In allen anderen Fällen ist der gesamte Querschnitt des Holzes zu erfassen. Eine ungeeignete Probenahmestrategie kann hier zu vollkommen verfälschten Untersuchungsergebnissen führen.

Abfälle zur Verwertung / Beseitigung

Die Richtlinie der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall LAGA PN 98 definiert die Grundregeln für die Entnahme von Proben aus festen und stichfesten Abfällen sowie aus abgelagerten Materialien im Zusammenhang mit der Beseitigung oder Verwertung von Abfällen.

Die LAGA-Richtlinie gibt u. a. Hinweise zur Probenahmestrategie (HotSpot-Beprobung, allgemeine Abfallbeprobung), zur Mindestanzahl an Einzel-, Misch- und Laborproben sowie zu Konservierung, Verpackung und Kennzeichnung. Beispielfhaft zeigt die Richtlinie die Vorgehensweise bei folgenden Probenahmeverfahren auf:

- Haufwerksbeprobung (Mieten, Baggerschaufel etc.)
- Probenahme aus bewegten Abfällen (dis-/kontinuierlich fallender Abfallstrom, Fördereinrichtungen, Transportbänder etc.)
- Probenahme aus Transportfahrzeugen und verpackten Materialien (LKW, Eisenbahnwaggon, Big-Bags, Fässer etc.)

Ein Musterformular zur Dokumentation der Probenahme kann Anhang C der LAGA-Richtlinie entnommen werden.

11.2.2 Kostenermittlung

11.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Die Probenahme von Boden, Baustoffen, Grundwasser, Bodenluft und Abfällen wird i.d.R. nach Anzahl (Stück) abgerechnet. Kostenreduzierungen ergeben sich durch die Zusammenlegung von Einzelbeprobungen zu Probenahmereien (z. B. bei der GW-Probenahme), durch eine erhöhte Probenanzahl sowie durch Rahmenverträge zwischen Auftraggeber und Probenehmer.

Kostenerhöhend können sich eine aufwendige Gerätetechnik bei der Probenahme, schlechte Zugänglichkeit zur Probenahmestelle und besondere Anforderungen an den Arbeitsschutz auswirken.

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Probenahme		
Boden	Stck.	
Baustoffe	Stck.	
Grundwasser	Stck.	
Bodenluft	Stck.	
Abfälle	Stck.	
Innere / äußere Zustandsprüfung der GW-Messstelle	Stck.	
Entsorgung von kontaminiertem Grundwasser	m ³	
Phasenabschöpfungssystem		
einbauen, vorhalten, betreiben	Mt.	

11.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 20 00 Probenahme

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
11 21 00	Probenahme aus Direct-Push-Sondierungen					
01	Entnahme einer ungestörten <u>Bodensonderprobe</u> aus definierter Tiefenlage in luftdicht verschließbare 750 ml Glasflaschen	Stck.	4,00	13,20	7,07	3
02	Entnahme von <u>Bodenluftproben</u> mit Hochvakuum-pumpe a) aus gerammter DP-Bodenluftsonde <u>oder</u> b) aus permanenter BL-Messstelle; auf Dräger Aktivkohle-Röhrchen Typ B oder Typ G auf Headspace-Viole	Stck.	15,34	25,00	17,67	4
03	Entnahme von <u>Grundwasserproben</u> aus gerammter Spezialsonde mittels Hydro-Lift-Pumpe; die Sonde wird bei Bedarf bis zur Konstanz der Feldparameter klargepumpt (Bestimmung folgender Feldparameter: pH, Temp., Redox, Leitf., O ₂ -Gehalt); Proben werden luftdicht in stabilisierte Braunglasflaschen verfüllt	Stck.	50,00	80,00	59,82	11
04	Entnahme von gasdichten Grundwasserproben aus gezielten Horizonten mittels ECOS-HYDROP-System (ca. 50 ml); ohne Messung von Feldparametern	Stck.	48,60	72,00	52,06	10

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 20 00 Probenahme

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11 22 00	Probenahme Boden					
01	Gestellung von Braunglasweithalsflaschen (250 - 500 ml) mit Schraubverschlussdeckel zur Entnahme von Bodenproben	Stck.	0,20	1,80	0,98	13
02	Gestellung von 1 Liter-Plastikeimer mit Deckel zur Entnahme von 1kg Einzelproben (Boden)	Stck.	0,10	1,50	0,92	5
03	Gestellung von 5 Liter-Plastikeimer mit Deckel zur Entnahme von Bodenmischproben für Deklarationsanalysen von Bodenaushub gem. LAGA (Boden)	Stck.	0,10	2,35	1,54	5
04	Kernkisten mietweise gestellen	m	4,20	13,62	8,80	5
05	Vorhalten von Kernkisten (L = 1 m)	m	2,56	5,11	3,50	10
06	Kernkisten zum Aufbewahren des Bohrgutes liefern und vorhalten	Stck.	2,68	23,01	10,47	10
07	Bodenprobenahme aus Kleinrammbohrungen in Linern, gasdicht verschlossen mit Gummikappen und Teflon-Dichtungen; geordnete Entsorgung von kontaminierten Linern und Bohrgut	Stck.	10,23	65,00	37,81	4
08	Entnahme von gestörten Bodenproben aus Bohrgut in luftdicht verschließbare Glasgefäße	Stck.	1,50	28,75	4,77	70
09	Entnahme von ungestörten Bodenproben nach DIN 4021	Stck.	7,67	42,95	25,86	7
10	Entnahme von Bodenmischproben in verschließbare 5 l-Eimer	Stck.	2,56	76,69	11,27	24
11	Entnahme von Bodenproben in Headspace-Glas oder in 1-Liter Schraubglasbehälter, luftdichte Aufbewahrung	Stck.	0,77	17,50	3,57	42
	Schraubglasbehälter		0,77	7,36	x 1,0	
	Headspace-Glas		2,56	9,71	x 1,4	
12	Entnahme von (repräsentativen) Mischproben mit organoleptischer Ansprache	Stck.			7,67 *	
13	Entnahme von Bodenproben, je 100 m ² Oberfläche/Baugrubensohle ist eine Mischprobe bestehend aus 8 Einzelproben zu nehmen Probenverteilung:	Stck.	23,43	37,39	32,44	16
	8 Proben / 100 m ²		29,29	37,39	x 1,0	
	5 Proben / 25 m ²		23,43	32,72	x 0,85	
14	Entnahme von Bodenproben aus Bohrkernen, Vorhalten und Füllen der Kernkisten	Stck.	6,33	15,40	10,64	7
15	Baggerschürfe zur gestörten Probenahme, inkl. Umsetzen des Baggers, ordnungsgemäßiges Verfüllen, Fotodokumentation der Schürfe Tiefe:	Stck.	23,00	125,00	45,50	16
	< 1 m		28,00	64,00	x 1,0	
	< 2 m		23,00	125,00	x 1,2	
16	Entnahme von Sonderproben in gasdichte Twist-off-Gläser, Proben kühl und dunkel lagern	Stck.	5,00	13,80	8,44	4
17	Entnahme von Sonderproben in Head-Space-Gläser, Proben kühl und dunkel lagern	Stck.	9,20	15,00	11,90	3
18	Entnahme von Mischproben aus Container nach LAGA	Stck.	163,87	163,87	163,87	1
	Probenahme nach BBodSchV					
19	Entnahme von Oberbodenproben gem. BBodSchV bezogen auf Wirkungspfad Boden-Mensch (Tiefe 0-0,10 m)	Stck.	45,00	70,60	57,65	4
20	Entnahme von Oberbodenproben gem. BBodSchV bezogen auf Wirkungspfad Boden-Mensch (Tiefe 0-0,35 m)	Stck.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 20 00 Probenahme

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
11 23 00	21	Entnahme von Oberbodenproben gem. BBodSchV bezogen auf Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze (Tiefe 0-0,30 m)	Stck.	#	#	#	0
	22	Entnahme von Oberbodenproben gem. BBodSchV bezogen auf Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze (Tiefe 0,30-0,60 m)	Stck.	#	#	#	0
	23	Entnahme von Oberbodenproben gem. BBodSchV bezogen auf Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze (Tiefe 0-0,10 m)	Stck.	#	#	#	0
	24	Entnahme von Oberbodenproben gem. BBodSchV bezogen auf Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze (Tiefe 0,10-0,30 m)	Stck.	#	#	#	0
		Probenahme Baustoffe					
	01	Gestellung von 5 Liter-Plastikeimer mit Deckel zur Entnahme von Bauschuttmischproben	Stck.	0,10	2,35	1,33	8
	02	Entnahme von Bohrkernen horizontal (bis DN 100)	Stck.	#	#	#	0
		aus Mauerwerk		#	#	#	0
		aus Beton		#	#	#	0
		aus Asphalt		#	#	#	0
	03	Entnahme von Bohrkernen vertikal (bis DN 100)	Stck.	0,94	1,19	1,00	6
		aus Mauerwerk		1,00	1,00	x 1,0	
		aus Beton		0,94	1,19	x 1,1	
		aus Asphalt		#	#	x #	
	04	Entnahme von Oberflächenproben	Stck.	#	#	#	0
	05	Entnahme von Proben aus Asphaltdecken	Stck.	3,50	24,00	17,06	7
	06	Entnahme von Mischproben aus Haufwerken		#	#	#	0
		Putz		#	#	x #	
		Farbe		#	#	x #	
		Beschichtungen		#	#	x #	
		Staub		#	#	x #	
	07	Entnahme von Bausubstanzproben mittels Handwerkzeug (Meißel, Hammer etc.)	Stck.	#	#	#	0
	08	Entnahme von Proben aus Bauwerksfugen	Stck.	#	#	#	0
	09	Probebohrungen zur Feststellung von Asbestvorkommen mit Direktabsaugung	Stck.			511,29 *	
11 24 00		Probenahme Grundwasser					
	01	Gestellung von 20 ml-Headspace-Gläschen inkl. Rollrad-Bördelkappen (PTFE-Membran) zur Entnahme von Wasserproben	Stck.	0,10	4,10	1,51	4
	02	Gestellung von angesäuerten Braunglasenghalsflaschen (250 ml) mit Schraubdeckel zur Entnahme von Wasserproben (für die Schwermetallanalytik)	Stck.	0,10	1,30	0,84	4
	03	Liefern und Vorhalten von Braungläsern (500-1000 ml) als Schliffgläser	Stck.	0,20	1,00	0,60	4
	04	Äußere Zustandsprüfung der GW-Messstellen (Schutz-/Vollrohr, Verschlusskappe etc.)	Stck.	#	#	#	0
	05	Innere Zustandsprüfung der GW-Messstellen (Tiefenlotung, Phasenmessung, Wasserspiegellage etc.)	Stck.	#	#	#	0
	06	Auffüllversuche an GW-Messstellen	Stck.	19,00	500,00	177,27	15
	07	Probenpräparation (z. B. Komplexieren / Fixieren, Ansäuern, Druckfiltration mit Stickstoff, Verdünnen)	Stck.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 20 00 Probenahme

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
08	Entnahme von Grundwasserproben aus Messstellen mittels Tauchpumpe; Messung GW-Stand; Bestimmung phys. Parameter (T, pH, LF, O ₂)	Stck.	12,00	332,34	57,48	63
09	GW-Probenahme (Pumpprobe) aus bestehenden GW-Brunnen unterschiedl. Dimension nach DIN 38402 A 13, Probenahme aus 3,00 m Tiefe, einschl. Kosten für Personal, Gerätschaften, Pumpen und Fahrzeuge, das anfallende Wasser ist in den nächsten Schmutzkanal abzuleiten Probenart: Einzelbeprobung Messreihe mit ≥ 30 Probenahmen Probenmenge: ≥ 1500 ≥ 3500	Stck.	16,00 17,50 16,00 17,50 16,00	110,00 110,00 95,00 110,00 95,00	38,06 x 1,0 x 0,85 x 1,0 x 0,85	16
10	GW-Probenahme aus 12"-Sanierungsbrunnen	Stck.	38,00	38,00	38,00	1
11	GW-Probenahme aus 12"-Brunnen mit Packern	Stck.	85,00	85,00	85,00	1
12	GW-Probenahme (Schichtenbeprobung), an einer Mehrfachmessstelle (ab 2"), zeitgleiche Beprobung der Grundwasserhorizonte mit X Pumpen, Entnahme von X Wasserproben, Einbau der Pumpen max. 3m unter GW-Stand, max. Förderleistung 2 m ³ /h, inkl. Ausloten der Tiefe und Dokumentation Anzahl X der Pumpen und Proben: X = 2 X = 3 X = 4 X = 5	Stck.	35,00 35,00 55,00 70,00	250,00 125,00 165,00 195,00 250,00	65,63 x 1,0 x 1,4 x 1,8 x 2,6	32
13	GW-Probenahme (Schichtenbeprobung), Horizontierung mittels Packer in maximal X Schichten einschließlich Entnahme von maximal X Wasserproben, zeitgleiche Beprobung der GW-Horizonte mit jeweils einer Pumpe pro Schicht an vorhandenen vollausgebauten Messstellen Anzahl X der Schichten und Proben: X = 2 X = 3 X = 4	Stck.	70,00 70,00 110,00 120,00	1.750,00 990,00 1.350,00 1.750,00	222,94 x 1,0 x 1,3 x 1,7	24
14	Entnahme von Schöpf- und Zapfproben; Bestimmung von Temperatur, pH-Wert, elektr. Leitfähigkeit, O ₂ u. organoleptische Beschreibung	Stck.	10,22	237,75	59,31	13
15	Entnahme von Schöpfproben, einschl. Bestimmung der Vor-Ort-Parameter	Stck.	10,00	48,57	27,18	23
16	Beprobung einer Grundwasser- reinigungsanlage an vorhandenem Zu- oder Ablauf der Anlage oder für einzelne Sanierungsbrunnen inkl. Bestimmung der Vor-Ort-Parameter	Stck.	6,00	30,00	15,19	8
17	Beprobung Rohwasser vor Reinigungsanlage. Entnahme von Schöpf-/ Zapfproben, inkl. Liefern geeigneter Behälter, Fixierung vor Ort, Protokollierung, Lagerung und Transport ins chem. Labor	Stck.	3,00	52,91	24,86	9
18	Beprobung abgereinigtes Wasser hinter Reinigungsanlage. Entnahme von Schöpf-/ Zapfproben, inkl. Liefern geeigneter Behälter, Fixierung vor Ort, Protokollierung, Lagerung und Transport ins chem. Labor	Stck.	3,00	293,25	56,47	10

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 20 00 Probenahme

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	19	Entnahme einer Stichprobe aus dem Ablauf von Abwasserbehandlungsanlagen nach Abwasser- verordnung § 7a WHG, mind. 5 Stichproben in einem Zeitraum von höchstens 2 h	Stck.	15,00	80,00	30,75	8
	20	Probenahme aus einem Oberflächengewässer inkl. Personalkosten, Gestellung von erf. Gerät- schaften, Probenahme- behälter, Probenahmege- rät, Fahrzeuge; Bestimmung der Vor-Ort- Parameter (Temperatur Wasser/Luft, pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoff, Redoxpotential, Färbung, Trübung, Geruch), Führung eines Probenahme- protokolls gem. DIN 38402	Stck.	15,00	95,00	33,00	8
	21	Passives Phasenabschöpfungs-system einbauen, vorhalten und betreiben, wöchentliche Kontrolle und Leerung	Mt	40,00	40,00	40,00	1
	22	Entnahme von aufschwimmenden Phasen (z. B. Öle) mit Probenheber	Stck.	85,90	153,40	120,67	3
	23	Schichtdickenmessung von aufschwimmenden Phasen	Stck.	10,00	30,70	18,92	5
	24	Abgeschöpfte Phase entsorgen durch zertifiziertes Entsorgungsunternehmen	m³	122,70	490,00	308,18	4
	25	Entnahme von 24 Stunden-Mischproben mit gleichzeitiger Erfassung von Temperatur, pH-Wert und elektr. Leitfähigkeit	Stck.			63,91 *	
	26	Klarpumpen mittels Unterwasser-Motorpumpe bis zum Erreichen konstanter Vor-Ort-Parameter (mind. 15 min.)	Stck.	30,68	117,60	66,26	6
	27	Grundwasserstandsmessungen an GW- Messstellen	Stck.	2,05	40,00	8,59	14
	28	Messung von Wasserständen in vorhandenen Messstellen	psch.	25,56	204,52	132,35	7
	29	Reinigung der Probenahmegerätschaften mit Entsorgung der Reinigungsflüssigkeiten	Stck.	20,45	51,13	30,68	3
	30	Messung Grundwasserstand und Fließrichtung an 3 Messstellen mit dem Grundwasserfluss Visuali- sierungssystem anhand der Verfolgung natürlicher Schwebstoffe im GW	psch.	532,59	3.681,84	1.471,50	6
11	25 00	Probenahme Bodenluft, Abluft, Gase					
	01	Probennahmeeinrichtung Gas/Staub zur kombi- nierten Probennahme von Gas und Staub gem. VDI-Richtlinie 3498 liefern, installieren, inbetrieb- nehmen und abbauen	Stck.	270,81	1.687,26	884,81	8
	02	Gestellung von Septumgläsern (Gasmaus) zzgl. aller erforderl. Materialien und Entnahme von Bodenluftproben mittels Spritze und Kanüle (im Zuge einer Bodenluftabsaugung)	Stck.	0,07	5,00	2,14	10
	03	Gestellung von Aktivkohleröhrchen und Entnahme von Bodenluftproben nach Anreicherungs-methode	Stck.	1,50	5,00	3,29	10
	04	Anreicherung von Gasen auf A-Kohle-Sammelröhrchen (1000 ml)	Stck.	6,82	127,82	47,55	5
	05	Anreicherung von Gasen auf A-Kohle- Sammelröhrchen (5000 ml)	Stck.	15,00	48,00	26,61	19
	06	Anreicherung von Gasen auf A-Kohle- Sammelröhrchen (10.000 ml)	Stck.			11,76 *	
	07	Entnahme einer Bodenluftprobe gem. VDI- Richtlinie 3865 aus einer festen oder provisorisch installierten Gasmessstelle auf ein geeignetes Adsorbens; Förderleistung max. 2 l/min	Stck.	6,80	99,70	24,33	51

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 20 00 Probenahme

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
08	Entnahme einer Bodenluftprobe in Septumglas gem. VDI 3865 aus einer festen oder provisorisch installierten Gasmessstelle; Probenahme mit Einwegspritze aus dem zu beprobenden Gasstrom	Stck.	10,00	32,00	19,09	17
09	Entnahme einer Bodenluftprobe mittels Messsonde, inkl. Bestimmung der Feldparameter CO ₂ , O ₂ , CH ₄	Stck.	5,11	108,65	37,66	10
10	Entnahme Bodenluftprobe mittels Messsonde, Anreicherung auf A-Kohle-Sammelröhrchen (1000 ml) und Bestimmung der Feldparameter CO ₂ , O ₂ , CH ₄	Stck.	2,88	76,69	37,88	5
11	Bodenluftentnahme mittels Seitenkanalverdichter (Nennleistung 150 m ³ /h), mit Anreicherung auf Aktivkohle	Stck.	20,00	660,00	149,63	8
12	Lemberg Box, Beprobung von flächigen Gasübertritten aus dem Boden in die Atmosphäre (passive Probenahme) Verweilzeit:	Stck.	45,00	700,00	161,00	16
	4 h		45,00	350,00	x 1,0	
	24 h		80,00	700,00	x 1,8	
13	Probenahme aus Pegel bzw. vor/hinter der Abluftreinigung, nach Richtlinie ITVA H1-1 Bodenluftabsaugversuch, Probenahmeprotokoll Probenanzahl:	Stck.	4,00	32,00	18,50	16
	≤ 20		10,00	32,00	x 1,0	
	≤ 500		4,00	28,00	x 0,85	
14	Entnahme aus nicht in Betrieb befindlichen Bodenluftpegeln	Stck.	15,00	15,00	15,00	1
15	Entnahme einer Umgebungsluftprobe durch zugelassene Probenahmestelle zur Bestimmung von Gesamt- / Feinstaubgehalt, Hg-Konzentration (dampfförmig, staubgebunden)	Stck.	20,90	971,45	357,29	23
16	Rauchproben im Abschottungsbereich zur Prüfung des Wanderungsverhaltens von Raumluft in abgeschotteten Arbeitsbereichen	m ³			0,51 *	
17	Raumluftmessung mittels Passivsammler	Stck.	50,00	50,00	50,00	1
11 26 00	Beprobung von Abfällen					
01	Feststoffbeprobung aus Haufwerk, je nach Anwendungsfall nach DIN EN 932-1:11.96, DIN 4021:10.90, E DIN ISO 10381-2:02.96 oder in Anlehnung an DIN 52101 mittels Sondierung Handschrufe	Stck.	13,00	145,00	46,83	16
02	Probenahme von flüssigen Abfällen aus unterirdischen Tanks mittels Pumpe aus oberirdischen Tanks mittels Pumpe aus Gebinden oder Behältern mittels Stechheber	Stck.	10,00 20,00 20,00 10,00	60,00 60,00 60,00 50,00	27,56 x 1,4 x 1,3 x 1,0	24
03	Probenahme von flüssigen nicht homogenen Abfällen (z. B. 2 Phasen)	Stck.	20,00	45,00	32,13	8
04	Probenahme von nicht stichfesten Schlämmen aus Gebinden oder Behältern	Stck.	20,00	45,00	31,44	8
05	Probenahme aus Behälter, Schlamm-Wasser-Teeröl-Gemisch	Stck.	29,29	65,45	40,63	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 20 00 Probenahme

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11 27 00	Sonstiges					
01	Ortstermin zur Einweisung des Probennehmers	psch.	100,00	100,00	100,00	1
02	Ortstermin	Stck.	100,00	562,42	286,56	46
	Dauer:					
	bis 4 h		178,95	480,61	x 1,0	
	bis 10 h		403,92	562,42	x 1,5	
03	An- und Abfahrt für den Probennehmer/ Messtrupp	psch.	51,13	511,29	221,75	16
04	Probenabholung am Probenahmeort und sachge- rechter Transport (gekühlt und dunkel) inkl. Km- Pauschale und Fahrzeit, pro Abholung	Stck.	10,00	56,10	27,37	16
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

11.2.3 Literatur

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Probenahme, Probenvorbereitung und Analytik von Rest- und Gebrauchtholz, Internetportal des LfU Bayern www.bayern.de/lfu (Umweltanalytik – Holzanalysen).

Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.: Erarbeitung von Leistungsverzeichnissen zur Grundwasserprobenahme bei Altlasten im Lockergestein, BWK-Merkblatt Nr. 5, Entwurf Dezember 2002.

Bund- / Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) – Altlastenausschuss (ALA), Unterausschuss (UA QS) „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“, September 2002.

Fengler, G.; Hoffmann, V.: Neues Messverfahren zur direkten Bestimmung von Grundwasserströmungsrichtung und –geschwindigkeit, TerraTech 3/2002, S. 30-34.

Informationsbroschüre zum Grundwasser-Fluss-Visualisierungs-Messsystem (GFV), Fa. PHREALOG, Hürth, 2003.

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall Nr. 32, Erich Schmidt Verlag, 2002.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): AQS-Merkblatt – Probenahme von Grundwasser, P-8-2, Januar 1996.

11.2.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

11.3 Geotechnische Felduntersuchungen

11.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Geotechnische Felduntersuchungen werden zur Ermittlung der Art, der Schichtung und der Beschaffenheit des anstehenden Bodens, der Grundwasserverhältnisse sowie des Durchströmungsverhaltens eingesetzt. Bei der Planung, Ausführung und Auswertung von geotechnischen Untersuchungen sollen die Richtlinien der DIN 4020 eingehalten werden. Es werden direkte Aufschlüsse in Form von Bohrungen und Schürfen und indirekte Aufschlüsse mittels Sondierungen unterschieden (DIN 4021). Schürfe sind von Hand oder maschinell hergestellte Gruben, die den Untergrund bis in begrenzte Tiefen aufschließen. Bei größeren Tiefen werden Bohrungen zur Baugrunduntersuchung eingesetzt. Tiefe und Abstand der Bohrungen sind von den örtlichen Gegebenheiten abhängig (Richtwerte siehe DIN 1054 und DIN 4020). Sondierungen dienen dazu, den Schichtenverlauf zwischen vorhandenen Aufschlussbohrungen zu verfolgen (Sondierungen DIN 4094 T1-3). Die Art der Probenahme wird von dem anstehenden Boden und der festgelegten Güteklasse beeinflusst. Die Probenmenge und Abmessungen der Laborproben müssen ausreichend für das Ausführen aller notwendigen Versuche sein (DIN 4021). Es werden Einzelproben, Mischproben und Sammelproben unterschieden. Ergänzend hierzu sollte eine fotografische Dokumentation der entnommenen Proben und der Schürfe erfolgen (GDA).

Normen und Empfehlungen

- DIN 1054, Baugrund -Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- DIN 4020: 1990-10 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke.
- DIN 4021, Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben.
- DIN 4022-1:1987-09, Baugrund und Grundwasser – Benennen und Beschreiben von Boden und Fels – Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernteten Proben im Boden / Fels.
- DIN 4023, Baugrund- und Wasserbohrungen – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse.
- DIN 4094, Baugrund - Felduntersuchungen.
- GDA-Empfehlungen, Geotechnik der Deponien und Altlasten
- Grundbau Taschenbuch Kapitel 1.4 „Baugrunduntersuchungen im Feld“

11.3.2 Kostenermittlung

11.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Plattendruckversuch durchführen	Stck.	
Gegengewicht bereitstellen	h	Stck.
Flächendeckende dynamische Verdichtungskontrolle mittels Prüfwalzen durchführen	m ²	
Rammsondierungen durchführen	m	Stck.

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18130 durchführen	Stck.	
Auffüllversuch im offenen Bohrloch	Stck.	
Inklinometermessungen durchführen	m	

11.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 35-00-00	Straßen, Wege, Gleise
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 30 00 Geotechnische Felduntersuchungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11 31 00	Lastplattenversuche					
01	Plattendruckversuch nach DIN 18134 bei bauseitiger kostenfreier Gestellung des Gegengewichtes einschließlich Auswertung vor Ort Plattendurchmesser:	Stck.	2,06	429,23	102,07	133
	30 cm		7,54	429,23	x 1,0	
	60 cm		158,50	158,50	x 1,5	
	Versuchsanzahl / d:					
	1 - 2		97,15	158,50	x 1,0	
	≥ 3		7,54	167,32	x 0,7	
02	Lastplattendruckversuch an Deckschicht nach DIN 18134, Durchführung und Ausführung	Stck.	62,49	66,47	65,14	3
03	Gegengewicht bereitstellen für Eigenüberwachungsprüfungen	Stck.	27,61	81,80	46,41	7
04	Gegengewicht bereitstellen für Kontrollprüfungen des AG	h	42,57	82,15	62,93	12
05	Flächendeckende dynamische Verdichtungskontrolle mittels kalibrierter Prüfwalzen inkl. Aufzeichnung der Messdaten	m²	0,06	0,20	0,12	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 30 00 Geotechnische Felduntersuchungen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
11 32 00		Rammsondierung, Drucksondierung					
	01	Durchführen von Rammsondierungen (DIN 4094) Rammsonde:	m	17,90	120,15	71,53	14
		schwer		17,90	120,15	x 1,0	
		mittel		17,90	17,90	x 0,4	
		leicht		#	#	x #	
		Sondiertiefe:					
		0 - 5 m		17,90	105,44	x 1,0	
		5 - 10 m		22,00	120,15	x 1,1	
		10 - 15 m		79,89	120,15	x 1,3	
	02	Umsetzen der schweren Rammsonde	Stck.	26,58	142,41	55,71	4
	03	Verdichtungsnachweis mit leichter Rammsonde oder dynamischer Fallplatte	Stck.	11,60	114,25	66,20	16
	04	Drucksondierung (CPT gem. DIN 4094) mit Mes- sung des Spitzenwiderstandes und der lokalen Mantelreibung zur Feststellung der Schichtenfolge, Verdichtungsprüfung / -kontrolle (Ableitung der Lagerungsdichte, Reibungswinkel, Scherfestigkeit, Steifemodul); inkl. Eindrückvorrichtung, Mess- und Registriergerät, Auswertung und Dokumentation Tiefe:	Stck.	23,01	174,05	100,11	16
		0 - 5 m		95,87	105,44	x 1,0	
		5 - 10 m		105,44	135,98	x 1,2	
		10 - 15 m		105,44	174,05	x 1,5	
	05	Umsetzen der Drucksonde	Stck.	23,01	142,40	54,81	4
11 33 00		Durchlässigkeitsuntersuchungen					
	01	Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18130	Stck.	39,13	244,77	122,21	11
	02	Langzeitversuche	Stck.	#	#	#	0
	03	Auffüllversuche im offenen Bohrloch (Ø 80 mm) incl. Bohrung (open-end test) Tiefe:	Stck.	120,15	173,84	147,00	2
		< 1 m				x 0,6 *	
		< 4 m		120,15	173,84	x 1,0	
	04	Vorhalten einer stufenlos regelbaren Pumpanlage (Ø 2"), Förderleistung max. 2 m³/h, mit Rück- schlagventil einschl. aller notwendigen Geräte incl. Stromaggregat	Stck.			76,69 *	
	05	Ein- und Ausbau der Pumpanlage in eine Mess- stelle incl. Zwischentransporte Einbautiefe:	Stck.			35,79 *	
		0 - 25 m				x 1,0 *	
		25 - 50 m				x 1,4 *	
		50 - 80 m				x 1,9 *	
	06	Betriebszeit der Pumpe je h	h			23,01 *	
	07	Messung der Absenkung und des Wiederanstiegs		#	#	#	0
11 34 00		Automatische Messsysteme					
	01	Vorhalten einer Grundwassermesssonde Zeitraum:	d			56,56 *	
		1.-10. Tag				x 1,0 *	
		11.-20. Tag				x 0,7 *	
		21.-50. Tag				x 0,5 *	
		ab 51. Tag				x 0,2 *	
	02	Ein- und Ausbau der Geräte, Konfiguration und Kalibrierung, Datenauslesung		#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

11 30 00 Geotechnische Felduntersuchungen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	03	Vorhalten einer Temperaturmesssonde (Einsatz in Böden und Luft) Zeitraum: 1.-10. Tag 11.-20. Tag 21.-50. Tag ab 51. Tag	d			5,11 * x 1,0 * x 0,8 * x 0,5 * x 0,3 *	
	04	Ein- und Ausbau der Geräte, Konfiguration und Kalibrierung, Datenauslesung		#	#	#	0
11 35	00	Inklinometermessungen					
	01	Bereitstellung der Messräte je Einsatz	psch.			127,82 *	
	02	Bohrlochneigungsmessungen in Teufenabschnitten von 0,5 m in jeweils 2 zueinander um 180° gedrehten Messeinrichtungen in vorhandenen Inklinometerbohrungen	lfm			14,32 *	
	03	Grundpreis für Rechnerauswertung mit Plot, Auswertung der Messwerte und Differenzberechnung, Auftrag der Messwerte je Messstelle	Stck.			71,58 *	
	04	Verarbeitung der Messwerte in 2 zueinander um 180° gedrehten Messeinrichtungen	lfm			2,66 *	
	05	Plot der Verschiebungs- und Differenzkurven als Zulage zu Vorposition	Stck.			17,90 *	
11 36	00	Sonstige					
	01	Bodenphysikalische Untersuchungen einer Rohplanumsschicht im 20x20 m-Raster. Durchzuführen sind folgende Untersuchungen: Bestimmung der Tragfähigkeit nach DIN 18134 mittels Lastplattendruckversuch, Bestimmung der Proctordichte nach 18127, Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130, Bestimmung der Homogenität nach DIN 4094, Teil 1, incl. Wiederverfüllung und Laboranalytik	Stck.	286,32	370,69	323,16	3
	02	Visuelle Begutachtung der Homogenität der Tragschicht	psch	28,12	76,69	44,41	3
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

11.3.3 Literatur

DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke. - Normenausschuss Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DIN 4021: Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben.- Normenausschuss Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DIN 4094: Erkundung durch Sondierungen. - Normenausschuss Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

11.3.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

12 Baustoffprüfungen

12.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Baustoffe die der Wiederverwertung zugeführt werden, fallen beim Rückbau / Abbruch von Hoch-, Tief- und Ingenieurbauten an, sowie beim Neu-, Aus- und Umbau von Straßen, Schienen und Verkehrsflächen. Das aufzubereitende Material wird dabei als

- ungebundener Stoff (Bodenaushub, Schotter aus Verkehrsflächen, Gleisschotter, Frostschutzschichten),
- hydraulisch gebundener Stoff (Fahrbahndecken, Platten, Bordsteine, Werksteine, Mauerwerk, Betonsteine),
- bituminös gebundener Stoff (Asphaltaufbruch, Fräsgut)

gewonnen.

Der überwiegende Anteil aufbereiteter Baustoffe aus Flächenrecyclingmaßnahmen wird im Straßenbau eingesetzt. Die Anforderungen an die Gütesicherung für Recyclingbaustoffe im Straßenbau werden in der RAL-RG 501/1 formuliert.

Vermeehrt werden auch weitere Einsatzfelder für Recyclingbaustoffe erschlossen, für die mit den „BRB-Richtlinien Recycling-Baustoffe“ ein umfassendes Güteüberwachungssystem unter Berücksichtigung der geltenden umweltrechtlichen Regeln und Grenzwerte geschaffen wurde.

Zur gesetzlichen Regelung des Einsatzes von Abfällen zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen ist derzeit eine Deponieabfallverwertungsverordnung in Vorbereitung (Entwurf Stand 11/2004).

12.1.1 Baustoffprüfungen im Rahmen der Gütesicherung nach RAL-RG 510/1

Art und Umfang der Prüfungen an wiedergewonnenen Baustoffen für den Straßenbau regeln die Güte- und Prüfbestimmungen Recyclingstoffe für den Straßenbau (RAL RG 510/-1). Der Umfang und das Überwachungssystem der dafür gültigen RAL-Bestimmungen sind auf die Verwendung als Mineralstoff ausgerichtet. Zielsetzung sind Mindest-Qualitätsstandards, die für den späteren Verwendungszweck der wiederaufbereiteten Baustoffe notwendig sind.

Der Anwendungsbereich verwertbarer Baustoffe wird gemäß RAL-RG 510/1 in folgende Klassen eingeteilt:

Klasse I	Baustoffe für Oberbauschichten im Straßenbau, die die Anforderungen der Tabelle „Klasse I“ erfüllen (Anforderungen für Stoffe zur Verwendung gem. TL Min-Stb bzw. TL RC ToB).
Klasse II	Baustoffe für Oberbauschichten im Straßenbau, die nicht entsprechend der TL Min-Stb bzw. TL RC ToB zu verwenden sind; jedoch die Gütebestimmungen der Tabelle „Klasse II“ erfüllen.
Klasse III	Baustoffe für Lärmschutzwälle, Unterbau, Untergrundverbesserung, die die Bestimmungen nach Tabelle „Klasse III“ erfüllen.

Die der weiteren Verarbeitung unterliegenden Haufwerke aus der Baustoffaufbereitung sind in der Regel sehr heterogen zusammengesetzt. Um bei Prüfungen die Grundgesamtheit ausreichend genau zu erfassen, ist die Probenahme und Auswahl der Prüfverfahren von großer Bedeutung. Bei der Beurteilung der Prüf- und Messergebnisse sind folgende Faktoren, die die Genauigkeit der Ergebnisse zu beeinflussen vermögen, zu beachten:

Auswahl der Proben:

da bei einer größeren Zahl der Messungen der wahrscheinliche Fehler stark sinkt, muss die Anzahl der Proben oder der Prüfungen möglichst groß gewählt werden. Die Anzahl der Proben ist in Normen festgelegt. Aus wirtschaftlichen Gründen wird i. d. R. aus 2-3 Messungen ein Mittelwert gebildet.

Probenahme und Prüfkörperanfertigung:

bei der Probenahme ist darauf zu achten, dass die entnommene Probenmenge in ausreichendem Maß die Grundgesamtheit repräsentiert. Oft ist für die Untersuchung von Stoffen die Anfertigung spezieller Analysenproben oder Prüfkörper erforderlich.

Die Anforderungen an Recycling-Baustoffe sind in den RAL-Gütebestimmungen festgeschrieben. Nachstehend sind die dafür festgelegten Prüfungen und Prüfanforderungen aufgeführt. Die Prüfungen erstrecken sich für Baustoffe aus ungebundenem und hydraulisch gebundenem Material auf:

- Gewinnung, Aufbereitung und Lagerung
- Stoffliche Zusammensetzung
- Widerstand gegen Verwitterung
- Korngrößenverteilung
- Kornform
- Bruchflächigkeit
- Reinheit
- Widerstand gegen Schlag
- wasserwirtschaftliche Merkmale

Bei Baustoffen aus bituminös gebundenem Material erstrecken sich die Prüfungen zusätzlich auf:

- Affinität
- Widerstand gegen Hitzebeanspruchung

Für die Verfahren zur Güteüberwachung gelten die RG Min-StB. Zu den Prüfungen werden die anzuwendenden Prüfverfahren und die Häufigkeit der Überwachung für die verschiedenen Klassen festgelegt. Dabei wird unterschieden zwischen

- Erstprüfungen (Eignungsnachweise)
- Eigenüberwachung
- Fremdüberwachung.

Nachfolgend werden ausgewählte Normen und Richtlinien, die für die Verwendung von Recyclingbaustoffen im Straßenbau relevant sind, aufgeführt.

▪ DIN 1996	Prüfung bituminöser Massen für den Straßenbau und verwandter Gebiete
▪ DIN 1996 Teil 10	Prüfung von Mischgut auf Verhalten bei der Lagerung in Wasser
▪ DIN 1996 Teil 14	Bestimmung der Korngrößenverteilung von Mineralstoffen
▪ DIN 18123	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben, Korngrößenverteilung
▪ DIN 4226 Teil 3	Zuschlag für Beton; Prüfung von Zuschlag mit dichtem und porigem Gefüge
▪ DIN 4030	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
▪ DIN 18136	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben, Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit
▪ TL Min-Stb	Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau
▪ TP Min Teil 1-6	Technische Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau
▪ RAP Stra	Richtlinie für die Anerkennung und Überwachung von Prüfstellen für bituminöse und mineralische Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau
▪ RG Min-StB	Richtlinie für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau
▪ RiStWag	Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten
▪ RuA-StB	Richtlinie für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten im Straßenbau

Die folgenden Abbildungen zu den Güte- und Prüfbestimmungen für Recycling-Baustoffe sind der RAL-RG 501/1 Gütesicherung Recycling-Baustoffe für den Straßenbau (Hrsg. Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V.) entnommen.

Gütebestimmungen Klasse I – Blatt 1 –

Oberbauschichten für den Straßenbau Klasse I		ungebundene Tragschicht					hydraulisch gebundene Tragschichten					Asphalttrag-schicht					Asphaltdeck- und -binder-schichten					Betontrag-schichten und Betondecken				
Lfd. Nr.	Prüfungen	Bauklasse					Bauklasse					Bauklasse					Bauklasse					Bauklasse				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	Gewinnung, Aufbereitung und Lagerung	siehe Abschnitt 3																								
	Stoffliche Zusammensetzung																									
2	Widerstand gegen Verwitterung: Wasseraufnahme Atm.-Druck	≤ 0,5 Gew.-%																								
	Absplitterungen nach Frostbeanspruchung Schotter Splitt Edelsplitt Absplitterung	≤ 3,0 Gew.-% oder ≤ 5,0 Gew.-% wenn Anteil < 0,71 mm ≤ 1,5 Gew.-% ≤ 3,0 Gew.-% oder ≤ 5,0 Gew.-% wenn Anteil < 0,71 mm ≤ 1,0 Gew.-% ≤ 1,0 Gew.-%																								
	Raumbeständigkeit Absplitterung Unterschied des Differenzschlag-zertrümmerungswerts vor und nach dem Kochen Schotter SD 10 Splitt SZ SP Edelsplitt SZ SP	≤ 1,0 Gew.-% ≤ 5,0 Gew.-% ≤ 5,0 Gew.-% ≤ 3,0 Gew.-%																								
3	Dichte	ist zu ermitteln, Materialkennwert ohne Anforderungen																								
4	Korngrößenverteilung der Lieferkörnungen	ist zu ermitteln entsprechend der ZTVT-StB etc.																								
5	Kornform: Splitt, Schotter und Edelsplitt	≤ 50 Gew.-% des Anteils über 5 mm der Lieferkörnung ≤ 20 Gew.-% des Anteils über 5 mm der Lieferkörnung																								
6	Bruchflächigkeit Splitt, Schotter und Edelsplitt	≤ 50 Gew.-% ohne gebrochene Oberfläche																								
7	Affinität zu bituminösen Bindemitteln	—					—					ist festzustellen					ist festzustellen					—				
8	Reinheit und schädliche Bestandteile: abschlämmbare Bestandteile																									
	0,5	—					—					—					—					≤ 4,0 Gew.-%				
	5/11 11/22 22/32	≤ 1,5 Gew.-% ≤ 1,0 Gew.-% ≤ 1,0 Gew.-%																								
	0/2	—					—					—					—					≤ 4,0 Gew.-%				
	2/5 5/8 8/11 11/16 16/22	≤ 3,0 Gew.-% ≤ 2,0 Gew.-% ≤ 1,5 Gew.-% ≤ 1,0 Gew.-% ≤ 1,0 Gew.-%																								

Gütebestimmungen Klasse I – Blatt 2 –

Lfd. Nr.	Prüfungen	Bauklasse					Bauklasse					Bauklasse					Bauklasse					Bauklasse				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
zu 8	Stoffe organischen Ursprungs	farblos bis gelb																								
	Schwefelverbindungen						SO ₃ ≤ 1 Gew.-%															SO ₃ ≤ 1 Gew.-%				
	Gehalt an wasserlöslichem Chlorid						≤ 0,04 Gew.-%															≤ 0,04 Gew.-%				
9	Widerstand gegen Hitzebeanspruchung																									
	Absplitterungen Differenz Schlagzertrümmerungswert vor und nach Hitzebeanspruchung Splitt SZ SP	—					—					≤ 3,0 Gew.-%					≤ 3,0 Gew.-%					—				
10	Widerstandsfähigkeit gegen Schlag: Schotter ¹⁾ SD 10 Splitt SZ SP ¹⁾ Tragschicht	≤ 33 Gew.-% ≤ 28 Gew.-%					≤ 33 Gew.-% ≤ 28 Gew.-%					— ≤ 28 Gew.-%					— —					— ≤ 28 Gew.-%				
	Splitt SZ SP Deckschicht	—					—					—					≤ 18 ≤ 22 ≤ 26					≤ 18 ≤ 22 ≤ 26				
	Splitt SZ SP Binderschicht	—					—					—					≤ 18 ≤ 22 ≤ 26					—				
	11	wasserwirtschaftliche Merkmale	bis zur Einführung bundeseinheitlicher Anforderungen gelten die jeweiligen aktuellen landesrechtlichen Anforderungen an die wasserwirtschaftliche Verträglichkeit																							

Gütebestimmungen Klasse II – Blatt 1 –

Oberbauschichten für den Straßenbau Klasse II		Befestigungen ohne Bindemittel	Befestigungen mit Zementbeton	Befestigungen Asphaltbauweise
Lfd. Nr.	Prüfungen			
1	2	3	4	5
1	Gewinnung, Aufbereitung und Lagerung	siehe Abschnitt 3		
2	Widerstand gegen Verwitterung, Absplitterung nach Frostbeanspruchung Schotter Absplitterung Anteil < 0,71 mm Splitt Absplitterung Anteil < 0,71 mm Raumbeständigkeit (gemäß TPMin, Teil 4.2, Abschnitt 4.4) Unterschied des Schlagzertrümmerungs- wertes vor und nach dem Kochen Schotter SD 10 Splitt SZ SP	$\leq 5,0$ Gew-% $\leq 2,0$ Gew-% $\leq 5,0$ Gew-% $\leq 2,0$ Gew-% $\leq 5,0$ Gew-% $\leq 5,0$ Gew-%		
3	Dichte	Materialkennwert, keine Anforderungen		
4	Korngrößenverteilung der Lieferkörnungen Unterkorn 5/11, 11/22, 22/32, 32/45, 45/56, 5/22, 5/32, 11/32 Überkorn 0/5 5/11 11/22 22/32 32/45 45/56 0/11 0/22 0/32 5/22 5/32 11/32 Zwischensieb 0/11 0/22 0/32 5/22 5/32 11/32	≤ 20 Gew-% ≤ 20 Gew-% bis 8 mm ≤ 10 Gew-% bis 22,4 mm ≤ 10 Gew-% bis 31,5 mm ≤ 10 Gew-% bis 45 mm ≤ 10 Gew-% bis 56 mm ≤ 10 Gew-% bis 63 mm ≤ 10 Gew-% bis 22,4 mm ≤ 10 Gew-% bis 31,5 mm ≤ 10 Gew-% bis 45 mm ≤ 10 Gew-% bis 31,5 mm ≤ 10 Gew-% bis 45 mm ≤ 10 Gew-% bis 45 mm 5 mm 30–70 Gew-% 5 mm 25–45 Gew-% 11,2 mm 55–75 Gew-% 5 mm 15–35 Gew-% 11,2 mm 40–60 Gew-% 22,4 mm 65–85 Gew-% 11,2 mm 30–70 Gew-% 11,2 mm 22–45 Gew-% 22,4 mm 55–75 Gew-% 22,4 mm 30–70 Gew-%		

Gütebestimmungen Klasse II – Blatt 2 –

Oberbauschichten für den Straßenbau Klasse II		Befestigungen ohne Bindemittel	Befestigungen mit Zementbeton	Befestigungen Asphaltbauweise
Lfd. Nr.	Prüfungen			
1	2	3	4	5
zu 4	Korngrößenverteilung der Mineralstoffgemische Frostschuttschicht Tragschicht	gemäß Abschnitt 2.1 der TV-LW Abschnitt 2.3 der TV-LW (sortiertes Gestein) Abschnitt 2.4 der TV-LW (unsortiertes Gestein) Abschnitt 2.2 der TV-LW (Kiestragschichten)	—	—
5	Kornform Splitt, Schotter	—	≤ 50 Gew-% des Anteils über 5 mm der Lieferkörnung	
6	Bruchflächigkeit Splitt, Schotter	mindestens 70 Gew-% gebrochene Körner		
7	Affinität zu bituminösen Bindemitteln	—	—	bindemittelfreie Oberfläche ≤ 40 %
8	Reinheit und schädliche Bestandteile abschlämbbare Bestandteile			
	0/5	—	≤ 4,0 Gew-%	—
	5/11, 11/22, 22/32, 32/45, 45/56, 0/11, 0/22, 0/32, 5/22, 5/32, 11/32	—	≤ 2,0 Gew-%	
	Stoffe organischen Ursprungs	—	farblos bis gelb	
	Schwefelverbindungen	—	SO ₃ ≤ 1 Gew-%	
	Gehalt an wasserlöslichem Chlorid	—	≤ 0,04 Gew-%	—
9	Widerstand gegen Hitzebeanspruchung Absplitterungen Schlagzertrümmerungswert nach Hitzebeanspruchung Splitt SZ SP	— —	— —	≤ 5,0 Gew-% ≤ 34 Gew-%
10	Widerstandsfähigkeit gegen Schlag: Schotter SD 10 Splitt SZ SP	≤ 33 Gew-% ≤ 34 Gew-%	— ≤ 34 Gew-%	— ≤ 34 Gew-%
11	Wasserwirtschaftliche Merkmale	bis zur Einführung bundeseinheitlicher Anforderungen gelten die jeweiligen aktuellen landesrechtlichen Anforderungen an die wasserwirtschaftliche Verträglichkeit		

Prüfbestimmungen Klasse II

Oberbauschichten für den Straßenbau			Befestigungen ohne Bindemittel			Befestigungen mit Zementbeton			Befestigungen in Asphaltbauweise		
Lfd. Nr.	Prüfungen	Prüfverfahren	Eignungsnachweis	Güteüberwachung		Eignungsnachweis	Güteüberwachung		Eignungsnachweis	Güteüberwachung	
				E	F		E	F		E	F
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Gewinnung, Aufbereitung, Lagerung	¹⁾	X	○	⊗	X	○	⊗	X	○	⊗
	Stoffliche Zusammensetzung	¹⁾	X	□ ○	⊗	X	□ ○	⊗	X	□ ○	⊗
	Durchführung der Eigenüberwachung	²⁾	X		⊗	X		⊗	X		⊗
2	Widerstand gegen Verwitterung, Widerstand gegen Frost, Tau, Wechsel	⁴⁾ TPMin, Teil 4.3.1	X		⊗	X		⊗	X		⊗
3	Dichte	TPMin, Teil 3.2	X		⊗	X		⊗	X		⊗
4	Korngrößenverteilung	TPMin, Teil 6.3 DIN 1996, Teil 14 DIN 18123 DIN 4226, Teil 3	X	□	⊗	X	□	⊗	X	□	⊗
5	Kornform	TPMin, Teil 6.1.1.1		□	D	X	□	D	X	□	D
6	Bruchflächigkeit	TPMin, Teil 6.2	X	□	D	X	□	D	X	□	D
7	Affinität zu bit. Bindemitteln	TPMin, Teil 10							X		D
8	Reinheit und schädliche Bestandteile	TPMin, Teil 6.6 ³⁾ DIN 4030 DIN 4226, Teil 3	X	□ ○	⊗	X	□ ○	⊗	X	□ ○	⊗
9	Widerstand gegen Hitzebeanspruchung	TPMin, Teil 4.5							X		D
10	Widerstand gegen Schlag Splitt ⁵⁾ Schotter ^{5), 6)}	TPMin, Teil 5.2.1.4 TPMin, Teil 5.2.1.1	X X		D D	X X		D D	X X		D D
11	wasserwirtschaftliche Merkmale		X		⊗	X		⊗	X		⊗

E = Eigenüberwachung (Werkseigene Produktionskontrolle)

F = Fremdüberwachung

X = Prüfung

○ = täglich nach Augenschein

□ = wöchentlich

⊗ = 1 × jährlich

D = 2 × jährlich

⊗ = 4 × jährlich

TPMin = Technische Prüfvorschrift für Mineralstoffe im Straßenbau

1) Merkblatt über die Verwendung von industriellen Nebenprodukten im Straßenbau, Teil IV: Wiederverwendung von Baustoffen – Entwurf –

2) Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau RG Min.

3) Arbeitsblatt GW 9 des DVGW-Regelwerkes vom August 1971.

4) Material, das gleichzeitig als Betonzuschlag geliefert wird, ist nach TPMin Teil 4.3.1 Abschnitt 2, zu prüfen.

5) bei Verwendung nach ZTVE nicht erforderlich.

6) nur, wenn in Lieferkörnungen enthalten.

Gütebestimmungen Klasse III

Lärmschutzwälle, Unterbau, Untergrundverbesserung Klasse III		Erdbaustoffe im Landschaftsbau z. B. Lärmschutzwälle	mit hydraulischen Bindemitteln verbesserter und verfestigter Untergrund	Untergrund und Unterbau
Lfd. Nr.	Prüfungen			
1	2	3	4	5
1	Gewinnung, Aufbereitung und Lagerung	siehe Abschnitt 3		
2	wasserwirtschaftliche Merkmale	bis zur Einführung bundeseinheitlicher Anforderungen gelten die jeweiligen aktuellen landesrechtlichen Anforderungen an die wasserwirtschaftliche Verträglichkeit		

Prüfbestimmungen Klasse III

Lärmschutzwälle, Unterbau, Untergrundverbesserung			Erdbaustoffe im Landschaftsbau z. B. Lärmschutzwälle			mit hydraulischen Bindemitteln verbesserter und verfestigter Untergrund			Untergrund und Unterbau		
Lfd. Nr.	Prüfungen	Prüfverfahren	Eignungsnachweis	Güteüberwachung		Eignungsnachweis	Güteüberwachung		Eignungsnachweis	Güteüberwachung	
				E	F		E	F		E	F
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Gewinnung, Aufbereitung, Lagerung	1)	X		D	X		D	X		D
	Stoffliche Zusammensetzung	1)	X	□	D	X	□	D	X	□	D
2	Durchführung der Eigenüberwachung	2)	X	□	D	X		D	X		D
3	Widerstand gegen Verwitterung, Widerstand gegen Frost, Tau, Wechsel	3) TPMin, Teil 4.3.1									
	Raumbeständigkeit	3) TPMin, Teil 4.2									
4	Dichte	TPMin, Teil 3.2 3)				X		D	X		D
5	Korngrößenverteilung	TPMin, Teil 6.3 DIN 1996, Teil 14 3) DIN 18123 DIN 4226, Teil 3	X	□	D	X	□	D	X	□	D
6	Zeit-Setzungsverhalten	In Anlehnung an DIN 18136 3)									
7	wasserwirtschaftliche Merkmale	4)									
8	Begrünbarkeit	3)	X		D						

E = Eigenüberwachung (Werkseigene Produktionskontrolle) in Übereinstimmung mit dem Fremdüberwacher

F = Fremdüberwachung

X = Prüfung

○ = täglich nach Augenschein

□ = wöchentlich

☒ = 1 × jährlich

D = 2 × jährlich

⊗ = 4 × jährlich

1) Merkblatt über die Verwendung von industriellen Nebenprodukten im Straßenbau, Teil IV Wiederverwendung von Baustoffen

2) Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau – RG Min. –

3) falls die Verwendung es erfordert

4) Maßnahmenbezogen, entsprechend den jeweils gültigen landesrechtlichen Regelungen

12.1.2 Baustoffprüfungen gemäß BRB-Richtlinie Recycling-Baustoffe 2001

Die BRB-Richtlinie gilt für die Herstellung von RCL-Baustoffen aus Bodenaushub, Bauschutt, Straßenaufbruch und sonstigen mineralischen Massen. Die Richtlinie beschreibt ein umfassendes Güteüberwachungssystem, für das gleichwertige Regeln wie für Primärrohstoffe mit gleichen technischen Einsatzgebieten gelten.

Das Güteüberwachungssystem beinhaltet

die werkseigene Produktionskontrolle

mit Eingangskontrolle, Überwachung, Probenahme und Prüfung sowie Dokumentation der Prüfergebnisse.

die Fremdüberwachung

als Erstüberwachung, Regelüberwachung oder Sonderüberwachung mit Probenahme und Durchführung der Prüfungen. Die Ergebnisse der Überwachung sind in einem Überwachungsbericht, die Prüfergebnisse in einem Prüfzeugnis zu dokumentieren.

die Dokumentation

mit Erstellung eines Sortenverzeichnisses, Lieferscheinen für An- und Auslieferung, Dokumentation der Analysenergebnisse, Voruntersuchungsergebnisse, Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung, Aufbewahrung mind. 5 Jahre.

Hinsichtlich ihrer bautechnischen Eigenschaften werden die RCL-Baustoffe in 5 Produktgruppen eingeteilt.

Produktgruppe	Beschreibung
RC I	“Klassifizierter” Straßenbau (Straßenoberbau nach RstO), Güteüberwachung nach RG Min-Stb
RC II	Sonstiger Verkehrswegebau, Sportplatzbau, Deponiebau
RC III	Straßenunterbau / Erdbau
RC IV	Gesteinskörnungen zur Verwendung für Beton nach DIN 1045 / DIN EN 206/1
RC V	Weitere Anwendungsgebiete im Betonbau

Für diese Produktgruppen werden Anforderungen an die Aufbereitung und Lagerung, an die bautechnische Eignung sowie an die Umweltverträglichkeit (Wasserwirtschaftliche Merkmale) formuliert.

Die BRB-Richtlinie stellt in den Anlagen 1-3 die Anforderungen und Prüfungen zur Güteüberwachung für die einzelnen Produktgruppen zusammen. Nachfolgend werden die Inhalte der Anlagen in einer Übersicht dargestellt.

Anlage Nr.	Inhalt
Anlage 1	Einsatzgebiete für rezyklierte Mineralstoffe im Straßenbau
Tabelle A.1	Produktgruppe RC I – Anforderungen
Tabelle A.2	Produktgruppe RC I – Güteüberwachung
Tabelle A.3	Produktgruppe RC II – Anforderungen
Tabelle A.4	Produktgruppe RC II – Güteüberwachung
Tabelle A.5	Produktgruppe RC III – Anforderungen
Tabelle A.6	Produktgruppe RC III – Güteüberwachung
Anlage 2	Einsatzgebiete für rezyklierte Mineralstoffe im Betonbau
Tabelle A.7	Produktgruppe RC IV – Anforderungen
Tabelle A.8	Produktgruppe RC IV – Güteüberwachung
Tabelle A.9	Produktgruppe RC V – Anforderungen
Tabelle A.10	Produktgruppe RC V – Güteüberwachung
Anlage 3	Prüfverfahren

Für die Verwendung von RC-Baustoffen im Straßenbau gelten die RG Min Stb sowie die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV) und ergänzende Landesvorschriften (vgl. Anlage 1 der BRB-Richtlinie).

Werden RC-Baustoffe im Erd- und Straßenunterbau eingesetzt, so sind die Regelungen der ZTV-E und ZTV LW zu beachten.

Für die Verwendung als Betonzuschlag gelten die Anforderungen der DIN 4226-100. Für weitere Verwendungszwecke im Betonbau sind spezielle Regelungen zu berücksichtigen (s. Anlage 2 der BRB-Richtlinie).

12.2 Kostenermittlung

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 35-00-00	Straßen, Wege, Gleise

LB 40-00-00	Rückbau
bis LB 46-00-00	
LB 74-00-00	Immobilisierung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

Es wurden keine detaillierten Leistungsregister abgeleitet.

12.3 Literatur

Arbeitshilfe pro-Recycling, Einsatz güteüberwachter Recycling-Baustoffe, Verfasser I. Schulz, Hrsg. Bundesvereinigung Recycling Bau e. V..

DAfStb – Richtlinie, Beton mit rezykliertem Zuschlag, Hrgs: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH, Berlin – 1998.

DIN EN 206-1: Beton, Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität.

DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung.

DIN 4226-1: Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel, Teil 1: Normale und schwere Gesteinskörnungen.

DIN 4226-100: Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel, Teil 100: Rezyklierte Gesteinskörnungen.

Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr VI A 3-32-40/45- v. 9.10.2001: Anforderungen an die Güteüberwachung und den Einsatz von Hausmüllverbrennungsaschen im Straßen- und Erdbau.

Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr VI A 3-32-40/45- v. 9.10.2001: Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus industriellen Prozessen im Straßen- und Erdbau.

Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr VI A 3-32-40/45- v. 9.10.2001: Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus Bautätigkeiten (Recycling-Baustoffe) im Straßen- und Erdbau.

Gem.RdErl. d. Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr VI A 3-32-40/45- und des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- v. 9.10.2001: Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau.

Grundsätze für die umweltverträgliche Verwendung und Wiederverwendung von Straßenbaustoffen – GuVVS, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1991.

Merkblatt zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1998.

RAL-RG 501/1, Recycling-Baustoffe für den Straßenbau, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt Augustin, 1999.

RAL-RG 501/2, Aufbereitung zur Wiederverwendung von kontaminierten Böden, Bauteilen und Mineralstoffen, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt Augustin, 1998.

Richtlinie für die Verwendbarkeit von rezyklierten mineralischen Bauprodukten (BRB-Richtlinie Recycling-Baustoffe), Hrgs. Bundesverband der Deutschen Recycling-Baustoff-Industrie e.V. (BRB), Ausgabe 2001.

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen – RStO 86, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1989.

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus bei der Erneuerung von Verkehrsflächen – RStO-E, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau – RG Min-StB 93, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten – RiStWag 86, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau – RuA-StB 2001, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 2001.

Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau – RAP Stra, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau – TL Min-StB 2000, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

Technische Lieferbedingungen für Recycling-Baustoffe in Tragschichten ohne Bindemittel TL RC-ToB, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

Technische Prüfverfahren für Boden und Fels im Straßenbau – TP BF-StB, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

Technische Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau – TP Min-StB, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (Ausgabe 2000)

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt – ZTV-Asphalt-StB 94, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1998

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton – ZTV-Beton-StB 93, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1993

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken und Plattenbelägen – ZTV P-StB 2000, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 2000

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau – ZTVE-StB 94, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1997.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau – ZTVE-StB 95, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1998

Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege – ZTV-LW 99, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1999

12.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

13 Chemisch-physikalische Analytik

13.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Leistungsbereich beschreibt alle Leistungen der Labor- und Vor-Ort-Analytik im Rahmen der Vorbereitung, Durchführung sowie im Anschluss an eine abgeschlossene Sanierungsmaßnahme (Geomonitoring).

Allgemeine Anforderungen an die personellen Voraussetzungen, die gerätetechnische Ausstattung und die Qualitätssicherung der Prüflaboratorien werden in der „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“ (LABO / ALA) definiert.

Das LUA-Merkblatt Nr. 38 nennt die aktuellen Analysenverfahren für die Untersuchung von Abfällen, Altlasten und stofflichen schädlichen Bodenveränderungen.

Die BBodSchV Anhang 1, Nr. 3.1.3, macht für die dort aufgeführten Parameter Vorgaben für die Anwendung von Analysenverfahren.

13.1.1 Feldmesstechnik

Vor-Ort-Messtechnik

Die Vor-Ort-Messtechnik zeichnet sich wie die Vor-Ort-Analytik (s.u.) durch die zeitnahe Verfügbarkeit der Messergebnisse und eine flexible Anpassung an die aktuellen Standortverhältnisse aus. Sie stellt eine Entscheidungshilfe im Feld dar, mit der eine Optimierung von Standorterkundungen und Sanierungsbegleitung erreicht werden kann.

Zur Erfassung hydrogeologischer Parameter stehen spezielle Messgeräte zur Verfügung. Dazu zählen Sonden zur Wassergehaltsbestimmung in Böden, Sensormessgeräte zur Ermittlung von Strömungen in Grundwassermessstellen / Brunnen sowie zur Charakterisierung von Aquiferdurchlässigkeiten und Faseroptische Sonden für Tracertests.

Vor-Ort-Analytik

Mit der Vor-Ort-Analytik können in kürzester Zeit analytische Messdaten erhoben werden. Dadurch erfolgt eine Aufhebung der zeitlichen und räumlichen Trennung von Probenahme, Analytik und Entscheidungsfindung im Rahmen der Projektleitung. Für die Auswahl und Anwendung von Verfahren und Geräten zur Vor-Ort-Analytik stehen bislang keine einheitlichen Regelwerke, Normen oder Vorschriften zur Verfügung. Der Einsatz der Vor-Ort-Analytik ist zweckmäßig

- bei der Erkundung großflächiger Kontaminationen,
- bei der ergebnisgesteuerten Probenahme,
- wenn Untersuchungsergebnisse schnell vorliegen müssen,
- bei der Sanierungsüberwachung,
- zur Probenauswahl anstelle der organoleptischen Untersuchung.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht über den Parameterumfang und die Messmethoden gängiger Verfahren für die Vor-Ort-Analytik¹.

Methode	Schnelltest / Teststäbchen	Immunologischer Schnelltest	Gasprüfröhrchen	Gassensoren	PID / FID	IR-Spektroskopie	UV-Spektroskopie	Dünnschichtchromatographie	Röntgen-Fluoreszenz-Analyse (RFA)	Ionenmobilitäts-spektroskopie (IMS)	Gaschromatographie (GC)	GC-Massenspektroskopie (GC-MS)	Atomabsorptions-spektroskopie (AAS)
Parameter									X				X
Schwermetalle	X								X				X
Quecksilber	X						X		X				
Anionen	X												
Cyanide	X		X										
Gase (O ₂ , CO ₂ , NO _x , CH ₄ ...)			X	X	X	X					X	X	
PAK		X					X	X				X	
KW	X	X	X		X	X					X	X	
BTEX		X	X		X	X				X	X	X	
LHKW		X	X		X	X				X	X	X	
PCB		X										X	
PCP		X								X		X	

X Anwendung möglich

Im Grundsatz sind Verfahren mit (1, 2) und ohne (3, 4) Probenahme zu unterscheiden:

1. Mobile Laboranalytik Gerätekonfiguration und Ausstattung entspricht Laboranalytik, fallspezifische Anpassung möglich
2. Tragbare Analysegeräte Einsatz direkt am Probenahmeort (z. B. PID / FID, RFA)
3. Sonden direktes Einführen in zu untersuchendes Medium, Messung über Sensoren
4. Nichtinvasive Methoden Messung an Erdoberfläche (weitgehend noch im Entwicklungsstadium)

- Für die Vor-Ort-Analytik sind unterschiedliche Qualitätsstandards definiert. Qualitative Messungen erlauben eine Entscheidung über das Vorhandensein eines Stoffes oder einer Stoffgruppe. Halb-/semiquantitative Messungen ermöglichen die Zuordnung zu Konzentrationsbereichen oder die Erkennung von Grenzwertüberschreitungen. Durch quantitative Messungen lassen sich reproduzierbare Konzentrationsangaben ermitteln. Die Vor-Ort-Analytik erfordert eine Validierung durch die Laboranalytik ausgewählter Proben. Entsprechen die angewandten Vor-Ort-Verfahren der Labormethodik, so kann in Abstimmung mit den zuständigen Behörden die Vor-Ort-Analytik die Laboranalytik auch vollständig ersetzen.

Für die Anwendung der Vor-Ort-Analytik ist eine Einsatzstrategie zu erarbeiten, die eine gestufte Vorgehensweise festlegt (s. Abbildung nächste Seite).

Für die Vor-Ort-Analytik von Bausubstanzproben im Rahmen des recyclingorientierten Rückbaus werden analytische Fertigtests angeboten, deren Anwendbarkeit im Vergleich zu standardisierten Laborverfahren nachgewie-

¹ (in Anlehnung an LfU Baden-Württemberg: Handlungsempfehlung zum Einsatz von vor-Ort Analytik, 2001; Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle)

sen wurde. Für die Vor-Ort-Bestimmung wasserlöslicher Schwermetalle und Phenole können selektive photometrische Fertigtests eingesetzt werden. Mit Hilfe gruppenspezifischer immunologische Fertigtests kann auch die Überschreitung von Richtwerten für organische Schadstoffe wie z. B. PAK nachgewiesen werden.

Schritt 1	Grundlagenermittlung und Definition der Untersuchungsziele		
Definition der Aufgabenstellung / des Untersuchungsziels	Erkundung:	Festlegung des Untersuchungsrahmens (Anh. 1, BBodSchV)	
	Störfallanalytik:	Ermittlung der räumlichen Verteilung und Mobilität, analytische Begleitung von Abwehr- und Sanierungsmaßnahmen	
	Sanierung:	begleit. Kontrolle zeitl. begrenzter Sanierungsmaßnahmen (z. B. Feinabgrenzung von Aushubbereichen)	
	Langzeitüberwachung:	Überwachung langfristiger Dekontaminationsmaßnahmen (z. B. BL-Absaugung, hydraul. Sanierung)	
	Arbeitsschutz:	Ermittlung von Schadstoffbelastungen unter Berücksichtigung besonderer Anforderungen des Arbeitsschutzes	
Definition der Qualitätsziele	Entscheidungswerte festlegen:	z. B. Prüf-, Vorsorge-, Maßnahmenwerte, Annahmegrenzwerte von Behandlungsanlagen / Deponien, behördliche Vorgaben	
	Anforderungen an die Analysemethoden definieren		
Schritt 2	Überprüfung der vorliegenden Standortinformationen		
Schritt 3	Entwicklung eines vorläufigen Modellkonzeptes zu den Standortbedingungen		
Schritt 4	Aufstellen eines Datenerhebungs- und Analytikprogrammes		
Erstellen eines Einsatzplans		Festlegung der techn.-organisatorischen Durchführung	
		Probenahmeplan:	Art der Probenahme, Lage der Probenahmestellen
Erstellen eines Qualitätssicherungsplans		Sicherung und Dokumentation der Datenqualität	
Schritt 5	<u>Umsetzung des iterativen Messprozesses</u>		
	Sammlung und Auswertung von Daten - Boden Chemisch-physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten und porösen Medien - Grundwasser - Bodenluft	←	Veränderung des Untersuchungs- und Analytikprogrammes ↩
	↓		
	Überprüfung der Daten und Verfeinerung des Modellkonzeptes		
	↓	Ja	
	Erkenntnisse ausreichend - Erkundung abgeschlossen ?	Nein →	Wurden alle geeigneten Untersuchungsmethoden eingesetzt um Daten zu sammeln und zu analysieren
			Nein ↩
	↓	Ja	
Schritt 6	Betrachtung eines vorläufigen Maßnahmen szenarios		
Schritt 7	Ergebnisdarstellung		

In-situ Analytik mit bildgebenden Verfahren

Bildgebende, analytische Messverfahren übermitteln Informationen vom Ort der Beurteilung (d.h. in-situ) an ein on-site Analysenlabor mittels elektronischer, gaschromatographischer, Infrarot- oder Lichtleitung.

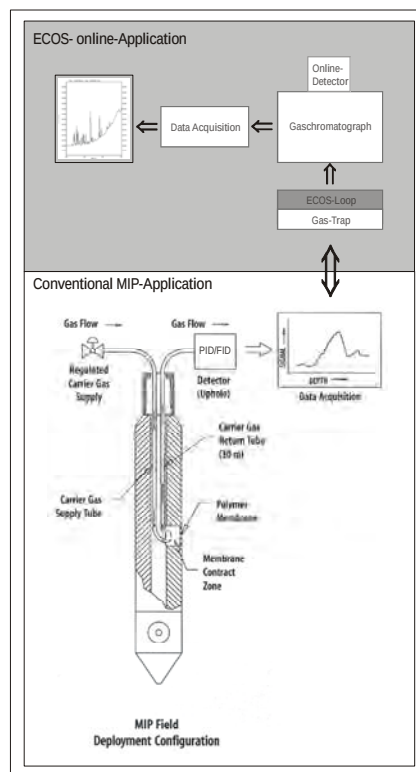
Die gebräuchlichsten Verfahren sind die online Gaschromatographie nach MIP-Thermodesorption (MIP-online GC) und die laserinduzierte Fluoreszenz (LIF). Beide Verfahren dienen der chemischen Analytik. Die eingesetzten Messsonden werden in der Regel mit anderen Informationsträgern gekoppelt. Dazu zählen geophysikalische bzw. geoelektrische Messeinrichtungen (EC) oder Drucksondierungen (CPT). Direkt kombiniert oder ergänzt werden die Verfahren zuweilen mit Vorrichtungen zur Ermittlung hydraulischer Leitfähigkeiten (Permeameter- oder Thermo-Response-Messungen).

MIP-online-Gaschromatographie

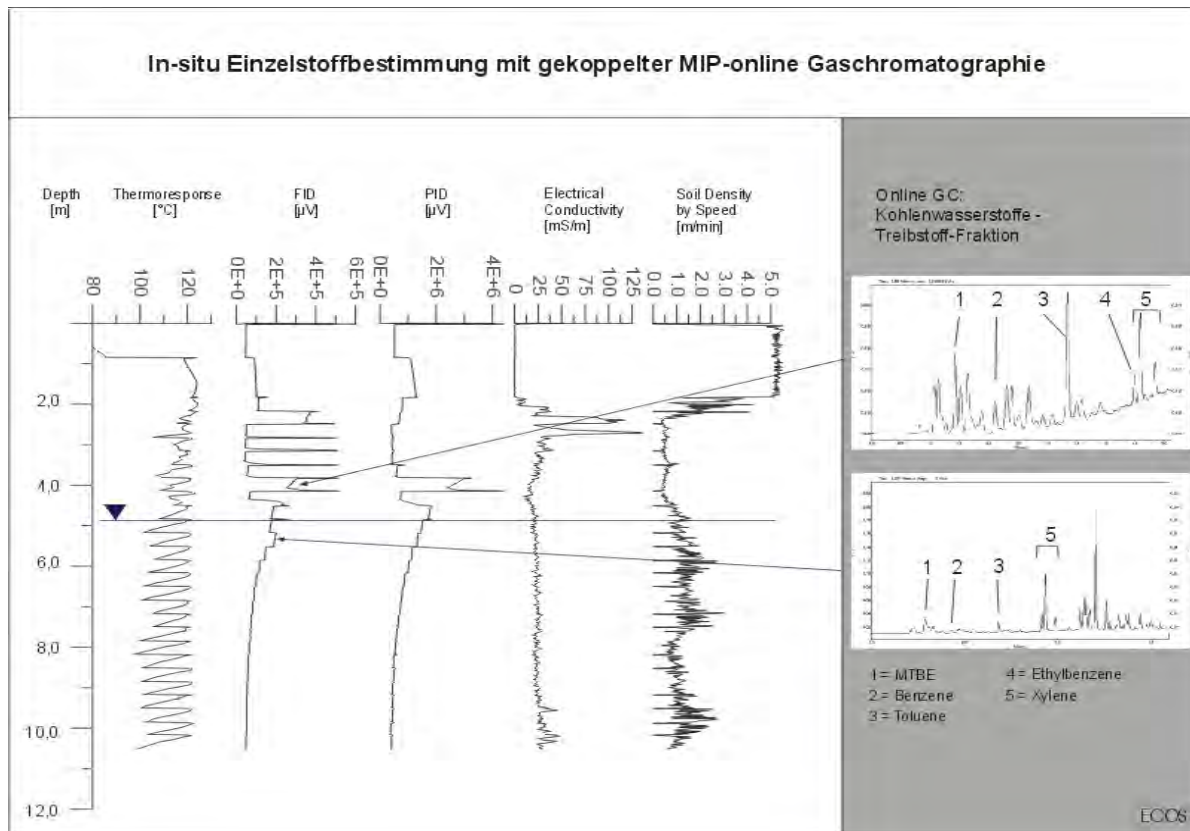
Die MIP ermöglicht eine kontinuierliche Thermodesorption organischer Verbindungen in der gesättigten und in der ungesättigten Bodenzone. Dazu erhitzt die Sonde ihr Umfeld auf bis zu 130°C. Hierbei werden die in Lösung befindlichen, gasförmigen oder an der Bodenmatrix sorbierten organischen Verbindungen mit Siedetemperaturen bis zu 250 °C (z. B. Di-Methyl-Naphthalin) thermisch mobilisiert, von einer beheizten Polymermembran adsorbiert und osmotisch in das Innere der Sonde überführt. Nach der Diffusion durch die Membran verteilen sich die Schadstoffe im Trägergas (N₂) der Sonde. Das schadstoffbeladene Gas wird zunächst von 3 Detektoren (PID / FID / DELCD) ionisiert und als „Gesamt Schadstoff-Summenparameter“ halbquantitativ gemessen. Bei Auffälligkeiten lässt sich der Gasstrom auf eine Falle lenken und mittels eines Gaschromatographen konventionell online analysieren.

Über die Kopplung mit geophysikalischer Messtechnik (CPT / Geoelektrik + Thermo-Response) wird das 3-D Ausmaß eines Schadens und die vertikale Schadstoffverteilung im Bezug auf die Lithologie visualisiert. Die Sonde kann ausschließlich mit statischer Auflast (LKW) oder bei dichter Lagerung zusätzlich dynamisch (Percussionshammer) eingebracht werden. Damit liegt die erreichbare Tiefe von MIP-Sondierungen bei max. 50 m.

Geräteapplikation der MIP-online Gaschromatographie:



Prüfprotokoll der MIP-online GC (Beispiel Mineralöl-Kohlenwasserstoffe):



Laserinduzierte Fluoreszenz

Laserinduzierte Fluoreszenz lässt sich als zweistufiger Prozess beschreiben: Zunächst wird ein Atom oder Molekül durch Absorption eines Laserphotons angeregt; nach einer gewissen Zeit, typischerweise im Bereich von 1 - 100 ns, erfolgt Emission aus dem angeregten Zustand. Diese Lichtemission heisst Fluoreszenz. Aufgrund der Abhängigkeit der Fluoreszenzintensität von Parametern wie der Besetzung des Grundzustandes, der chemischen Umgebung des Moleküls und physikalischen Randbedingungen wie Druck und Temperatur sind laserinduzierte Fluoreszenzmessungen ein wichtiges Werkzeug der physikalischen Chemie.

Anwendungen reichen von der Untersuchung chemischer Elementarreaktionen bis hin zur Analytik von Spurenstoffen im ppm-Bereich. In der Verbrennungsdiagnostik werden laserinduzierte Fluoreszenzmethoden in hohem Maße eingesetzt und ermöglichen den Nachweis von Flammenradikalen und Verbrennungszwischenprodukten wie OH, C₂, CH, CH₂O aber auch von Schadstoffen wie NO oder CO. In der Umweltanalytik wird die LIF vorzugsweise zum Nachweis von Stoffgruppen-Spektren aus dem Bereich der Mineralölkohlenwasserstoffe eingesetzt (i.w. Monoaromaten und PAK).

LIF-Sonden sind schlagempfindlich; daher lassen sie sich ausschließlich mit statischen Auflastverfahren in den Untergrund einbringen. Die erreichbare Sondiertiefe hängt damit von der Lagerungsdichte der Lockergesteine ab.

Probenaufbereitung gemäß BBodSchV

Die BBodSchV Anhang 1, Nr. 3.1.1, macht für die dort aufgeführten Parameter auch Vorgaben für die Probenaufbereitung.

Für die Bewertung der Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze ist die Bodenprobe auf die Fraktionen < 2 mm (Feinfraktion) und > 2 mm (Grobfraktion) abzusieben. Fremdbestandteile werden vorab abgetrennt. Die Massenanteile beider Fraktionen sind zu bestimmen und zu dokumentieren. Besteht der Verdacht, dass auch in der Grobfraktion Schadstoffe enthalten sind, so wird diese auf Veranlassung des Auftraggebers oder des Fachgutachters auf ca. 2 mm vorzerkleinert und getrennt untersucht. Für die Gefährdung durch inhalative Aufnahme von Bodenpartikeln ist im Einzelfall die Feinkornfraktion < 63 µm getrennt zu analysieren.

Zur Bewertung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser erfolgt die Untersuchung aus der Originalprobe. Anorganische Parameter werden aus dem Bodensättigungsextrakt gemäß BBodSchV Anhang 1 Nr. 3.1.2 (1), organische Parameter werden aus dem Eluat des Säulenversuchs (s. z. B. Merkblatt LUA NRW) untersucht.

13.1.2 Laboranalytik

Handlungsempfehlungen zur Methoden- und Geräteauswahl für die konventionelle Laboranalytik können der „Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“ Kapitel 4 (LABO / ALA) entnommen werden.

Aktuelle Analysenverfahren können dem LUA-Merkblatt Nr. 38 „Analysenverfahren und Parameter zur Untersuchung von Abfällen, Altlasten und stofflichen schädlichen Bodenveränderungen“ entnommen werden.

13.2 Kostenermittlung

13.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Analyse von wässrigen und Feststoffproben		
physikal.-chem. Kenngrößen	Stck.	
allg. summarische Kenngrößen	Stck.	
anorganische Parameter	Stck.	
organische Parameter	Stck.	
Übersichtsanalysen	Stck.	
Analysenpakete	Stck.	
Biochemische Untersuchung	Stck.	
Chemische Untersuchung gasförmiger Proben	Stck.	
Einsatz eines Mobilen Labors / Messwagens	d	
Vor-Ort-Analytik	Stck.	

Bei der Vor-Ort-Analytik ist der Einsatz von einfachen, schnellen und kostengünstigen Verfahren praxisrelevant. Die Ermittlung von Kosten pro Einzelanalyse ist nur schwer möglich. Sie ist abhängig von der Gerätetechnik, dem Einsatz von Verbrauchsmaterialien und den Personalkosten. Die entscheidende Kostengröße stellen dabei in der Regel die Personalkosten dar.

Die Kosten für Probenahme und Analytik gehen im Kostenmodul als prozentualer Anteil der Kernleistungen ein. Der höchste prozentuale Kostenansatz wurde bei der Behandlung von kontaminiertem Grundwasser / Oberflächenwasser und bei Bodenluftabsaugmaßnahmen ermittelt. Darüber hinaus werden Zuschläge für besonders kritisches Schadstoffinventar erforderlich, hier insbesondere Dioxine und Furane, um die vergleichsweise hohen Analytikskosten für diese Komponenten zu berücksichtigen.

LEISTUNGSBEREICH 13-00-00 *	PROBENAHME + CHEMISCH-PHYSIKALISCHE ANALYTIK *	
SANIERUNGSTECHNIK		
Bezugskosten = KLi [€] = _____ [€]		
Sanierungstechnik	Variable fST	
Deponierung / Umlagerung	0,06	
chemisch-physikalische Behandlung (Bodenwäsche) on-site	0,13	
Mikrobiologie on-site	0,13	
Dekontamination off-site	0,10	
Behandlung von Grundwasser / Oberflächenwasser on-site	0,30	
Abpumpen von Schadstoffen in Phase	0,05	
Sickerwasserfassung- und behandlung	0,05	
aktive pneumatische Maßnahme (Bodenluftabsaugung)	0,30	
Oberflächenabdichtung	0,06	
Vertikale Abdichtung	0,08	
Immobilisierung on-site	0,13	
Drainagen	0,05	
passive hydraulische Maßnahme	0,05	
passive pneumatische Maßnahme (Gasfassung- und behandlung)	0,05	
Landschaftsbau	0,06	
KONTAMINATION		
Schadstoff	Variable fK	
Dioxine, Furane	7,0	
sonstige	1,0	
Kosten LB 13-00-00 = Bezugskosten KLi [€] x fST x fK = _____ €		

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

13.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-20-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination nach BGR 128
LB 11-00-00	umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 51-00-00	Behandlung von Bodenluft, Deponiegas, Abluft
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 61-00-00	Natural Attenuation
LB 62-00-00	Enhanced Natural Attenuation
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
13 10 00	Probenvorbereitung						
13 11 00	Feststoffproben						
01	Abtrennen von Feststoffen durch Zentrifugieren		Stck.			2,56 *	
02	Andere Aufschlüsse DIN 38406-E19		Stck.			7,67 *	
03	Bodensättigungsextrakt gem. BBodSchV Anh. 1 für eine Parametergruppe (100 ml Extrakt) zur Elution anorgan. Analyten		Stck.	10,20	75,00	41,59	9
04	Brechen (Backenbrecher)		Stck.			12,78 *	
05	Elution S 4 (MF) DIN 38414 S4	37	Stck.	5,11	25,00	10,11	40
06	Extraktion Fest-Flüssig- bzw. Flüssig-Flüssig- Extraktionen nach Soxhlet		Stck.			15,34 *	
07	Extraktion von Spurenelementen mit Ammoni- umnitratlösung		Stck.	19,00	30,00	24,50	2
08	Gefriertrocknung		Stck.	40,00	40,00	40,00	1
09	HNO ₃ Aufschluss (TI)		Stck.			12,78 *	
10	Homogenisieren		Stck.	1,50	1,50	1,50	1
11	Königswasseraufschluss DIN 38414 S7		Stck.	1,08	30,68	9,60	66
12	Mahlen (Kugelmühle)		Stck.	18,00	18,00	18,00	1

¹ Die Angaben dieser Spalte beziehen sich auf die laufenden Nummern des LUA-Merkblattes Nr. 38 „Analyseverfahren und Parameter zur Untersuchung von Abfällen, Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen“.

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
13	13 Mischprobenerstellung nach LAGA PN2/78K ² und DIN ISO 11464		Stck.	8,00	33,23	15,12	7
	14 Bauschuttmischproben mittels Backenbrecher mit Manganbacken auf eine Korngröße <2mm zerkleinern (DIN ISO 11466), homogenisieren und 2 Proben abfüllen (1 Rückstellprobe). Probenvorbereitung gem. DIN ISO 11464: 12.96 (Anorganik) und DIN ISO 14507: 02.96 (Organik)		Stck.	5,00	120,00	31,11	8
	15 Probenvorbereitung gem. BBodSchV (trocknen, absieben < 2 mm, TS und Massenbestimmung beider Fraktionen)		Stck.	10,23	55,00	27,17	9
	16 Reaktion sauer / neutral / basisch		Stck.			7,67 *	
	17 Säulenversuch gem. BBodSchV zur Elution organ. Analyten		Stck.	122,70	613,60	259,79	11
	18 Separieren einer Kornfraktion mittels Siebverfahren; je Fraktion		Stck.	13,00	13,00	13,00	1
	19 Separieren Grobkorn / Feinkorn nach BBodSchV Anh. 1		Stck.	7,70	33,20	14,33	8
	20 Trennen von Bohrkernen mit Diamantsäge		Stck.	15,00	15,00	15,00	1
	21 Zerkleinerung von Holzproben mit Schneidmühle		Stck.	15,00	15,00	15,00	1
13 12 00	Wässrige Proben						
	01 Homogenisieren v. Abwasserproben DIN 38402-A30		Stck.	10,00	10,00	10,00	1
	02 Membranfiltration DIN EN ISO 11885		Stck.	10,00	10,00	10,00	1
	03 Oxidativer Aufschluss org. belasteter Proben m. H ₂ O ₂ /H ₂ SO ₄ für die Bestimmung von Arsen		Stck.	13,00	13,00	13,00	1
	04 Oxidativer Aufschluss org. belasteter Proben m. H ₂ O ₂ /HNO ₃ für die Bestimmung von Metallen		Stck.	13,00	13,00	13,00	1
	05 Oxidativer Aufschluss org. belasteter Proben m. KMnO ₄ /K ₂ S ₂ O ₈ f. d. Bestimmung v. Quecksilber		Stck.	13,00	13,00	13,00	1
	06 Zentrifugieren wässriger Lösungen		Stck.			10,23 *	
13 20 00	Chemische Untersuchungen Feststoffproben (FS)						
13 21 00	physikal.-chem. Kenngrößen, allgem. summarische Kenngrößen (FS)						
	01 Aschegehalt (815°C) DIN 51719		Stck.	14,00	14,00	14,00	1
	02 Brennwert DIN 51900-3		Stck.	36,00	36,00	36,00	1
	03 Dichte pyknometrisch DIN 51757	125	Stck.	50,00	50,00	50,00	1
	04 Gesamttrockenrückstand 105 °C DIN ISO 11645		Stck.	2,00	11,00	7,75	4
	05 Glührückstand (500°C) DIN 38414 S3	47	Stck.	14,00	14,00	14,00	1
	06 Glührückstand (1000°C) / -verlust DIN 51719		Stck.	14,00	14,00	14,00	1
	07 Glührückstand DIN EN 12879	50	Stck.	21,00	21,00	21,00	1
	08 Glühverlust DIN EN 12879	50	Stck.	21,00	21,00	21,00	1

² Überholte Vorschrift. Die aktuelle Vorschrift ist: LAGA PN 2/98. Die Kostenangaben beziehen sich auf die veraltete Vorschrift.

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
09	Glühverlust / Glührückstand DIN EN 12879	50	Stck.	15,50	21,00	18,25	2
10	HCl-Test		Stck.	10,00	10,00	10,00	1
11	Heizwert incl. C,H,N-Bestimmung DIN 51900-3	113	Stck.	98,00	98,00	98,00	1
12	Heizwert incl. F, Cl, S ges.	113	Stck.	67,00	67,00	67,00	1
13	Heizwert incl. Cl	113	Stck.	47,00	47,00	47,00	1
14	Leitfähigkeit el. DIN ISO 11265	36	Stck.	0,50	10,50	4,60	5
15	organoleptische Prüfung		Stck.	5,00	5,00	5,00	1
16	pH-Wert / Leitfähigkeit el. DIN ISO 10390 / 11265	71, 36	Stck.	7,70	7,70	7,70	1
17	pH-Wert DIN ISO 10390	71	Stck.	1,00	84,16	13,98	15
18	Staubgehalt Gesamtstaub		Stck.	7,67	69,30	22,29	12
19	Staubgehalt Feinstaub		Stck.	7,67	69,30	22,29	12
20	TC (im Feststoff) DIN ISO 10694		Stck.	26,00	26,00	26,00	1
21	TIC DIN ISO 10694		Stck.	26,00	26,00	26,00	1
22	TOC DIN ISO 10694	69	Stck.	36,00	52,00	47,75	4
23	Wassergehalt DIN ISO 11645		Stck.	8,00	18,00	13,00	2
13 22 00	Anorganische Parameter (FS)³						
01	Aluminium DIN EN ISO 11885 (E 22)	5	Stck.	3,58	16,00	8,91	7
02	Ammonium DIN 38406E5-2	6	Stck.	16,00	16,00	16,00	1
03	Antimon DIN EN ISO 11885 (E 22)	8	Stck.	8,00	18,00	12,33	3
04	Arsen DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	2,05	18,00	5,69	17
05	Arsen DIN 38 406 D18		Stck.	4,60	25,56	9,61	29
06	Asbest		Stck.	85,00	85,00	85,00	1
07	Barium DIN EN ISO 11885 (E 22)	10	Stck.	8,00	18,00	12,33	3
08	Basisch wirksame Stoffe AbfklärV		Stck.	31,00	31,00	31,00	1
09	Beryllium DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	8,00	18,00	12,33	3
10	Bismut DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	8,00	8,00	8,00	1
11	Blei DIN EN ISO 11885 (E 22)	16	Stck.	2,00	18,00	6,07	19
12	Blei AAS-Graphitrohr DIN 38406 E22/E6		Stck.	2,00	15,34	7,87	30
13	Bor DIN EN ISO 11885 (E 22)	17	Stck.	8,00	16,00	11,67	3

³ In den Kostenangaben sind neben den Kosten für die angegebenen Analysenverfahren für die wässrige Phase auch die Kosten für Aufschlussverfahren (Eluate, Königswasser) enthalten.

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
14	Borat DIN 38405 D17		Stck.	18,00	18,00	18,00	1
15	Brom gesamt DIN 51577		Stck.	41,00	41,00	41,00	1
16	Cadmium DIN EN ISO 11885 (E 22)	18	Stck.	2,00	18,00	8,43	6
17	Cadmium DIN 38 406 E22/E19	18	Stck.	2,00	15,34	7,91	29
18	Cadmium (mit AAS) DIN EN ISO 5961 (E19)		Stck.	2,05	18,00	6,76	12
19	Calcium DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	11,00	16,00	13,50	2
20	Calciumoxid frei titrimetrisch VDLUFA		Stck.	24,00	24,00	24,00	1
21	Carbonate DIN ISO 10694		Stck.	26,00	26,00	26,00	1
22	Chlor ges. DIN 51577		Stck.	20,45	58,00	32,58	5
23	Chlor org. DIN 38414 S17		Stck.	36,00	36,00	36,00	1
24	Chlorbenzole, Eluat	21, 111	Stck.	54,00	75,00	63,00	4
25	Chlorid DIN 4030	22	Stck.	4,00	31,00	15,25	6
26	Chrom ges. DIN EN ISO 11885 (E 22)	23	Stck.	2,05	11,00	5,16	14
27	Chrom ges. DIN EN ISO 11885 (E 22) +Chrom(VI) und Chrom(III)	23, 24	Stck.	10,00	40,00	29,17	3
28	Chrom ges. in der Originalsubstanz	23	Stck.	2,00	178,95	51,30	5
29	Chrom (VI) in der Originalsubstanz	24	Stck.	65,45	178,95	122,20	2
30	Chrom ges. im Eluat	23	Stck.	2,00	178,95	58,14	5
31	Chrom (VI) im Eluat	24	Stck.	98,17	178,95	138,56	2
32	Cyanid ges. DIN 38405 D13 1-3	25	Stck.	8,00	52,00	19,27	65
33	Cyanid I. freisetzbar DIN 38405 D13-1-3	26	Stck.	13,00	47,00	32,83	3
34	Eisen ges. DIN EN ISO 11885 (E 22)	35	Stck.	3,58	126,23	28,06	13
35	Eisen-II (über Komplexbildung)	35	Stck.	18,00	18,00	18,00	1
36	Fluor ges. DIN 51577		Stck.	41,00	41,00	41,00	1
37	Fluorid DIN 38405 D4	44	Stck.	52,00	52,00	52,00	1
38	Fluorid Stark- Hawley	44	Stck.	145,00	145,00	145,00	1
39	Jod ges.		Stck.	52,00	52,00	52,00	1
40	Kalium DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	11,00	16,00	13,50	2
41	Kobalt DIN EN ISO 11885 (E 22)	57	Stck.	8,00	18,00	12,33	3
42	Kupfer DIN EN ISO 11885 (E 22)	59	Stck.	2,00	18,00	6,23	15
43	Kupfer DIN 38 406 E22/E7	59	Stck.	2,00	15,34	8,05	26
44	Lithium DIN EN ISO 11885		Stck.	11,00	11,00	11,00	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
45	Magnesium DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	11,00	16,00	13,50	2
46	Mangan DIN EN ISO 11885 (E 22)	62	Stck.	8,00	16,00	11,67	3
47	Molybän DIN EN ISO 11885		Stck.	11,00	11,00	11,00	1
48	Natrium DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	11,00	16,00	13,50	2
49	Nickel DIN EN ISO 11885 (E 22)	66	Stck.	2,00	18,00	5,87	18
50	Nickel DIN 38406 E22/E11	66	Stck.	2,00	15,34	7,60	29
51	Nitrat DIN EN ISO 10304		Stck.	11,00	11,00	11,00	1
52	Phosphor (P) DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	8,00	16,00	11,67	3
53	Quecksilber DIN 38 406 E22/E12	78	Stck.	2,05	25,56	8,90	47
54	Quecksilber im Feinstaub / Gesamtstaub (Fest- stoff + Eluat)	78	Stck.	8,90	69,30	24,31	22
55	Schwefel ges. DIN EN ISO 11885	84	Stck.	11,00	126,24	42,71	12
56	Sulfat	88	Stck.	5,11	30,68	17,50	5
57	Selen DIN EN ISO 11885 (E 22)	86	Stck.	8,00	18,00	14,67	3
58	Silber DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	8,00	18,00	12,33	3
59	Silizium DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	16,00	16,00	16,00	1
60	Silicium (incl. Li ₂ B ₄ O ₇ -Aufschluss) DIN EN ISO 11885		Stck.	47,00	47,00	47,00	1
61	Stickstoff gesamt DIN 38409 H 28		Stck.	36,00	47,00	41,33	3
62	Stickstoff organisch DIN EN 25663 (H11)		Stck.	51,00	51,00	51,00	1
63	Strontium DIN EN ISO 11885 (E 22)		Stck.	8,00	18,00	12,33	3
64	Sulfat DIN EN ISO 10304 (1/2)	88	Stck.	4,00	11,00	7,50	4
65	Sulfid (nach Destillation)	89	Stck.	47,00	47,00	47,00	1
66	Tellur (Hydrotechnik)		Stck.	18,00	18,00	18,00	1
67	Thalium DIN 38406 E26		Stck.	2,00	32,00	11,08	19
68	Titan (incl. Li ₂ B ₄ O ₇ -Aufschluss DIN EN ISO 11885		Stck.	47,00	47,00	47,00	1
69	Vanadium DIN EN ISO 11885 (E 22)	103	Stck.	8,00	18,00	12,33	3
70	Zink DIN EN ISO 11885 (E 22)	106	Stck.	2,00	18,00	6,01	17
71	Zink DIN 38 406 E22/E8	106	Stck.	20,00	15,34	8,05	26
72	Zinn DIN EN ISO 11885 (E 22)	107	Stck.	8,00	18,00	12,33	3
73	Zirkonium DIN EN ISO 11885		Stck.	11,00	11,00	11,00	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
13 23 00	Organische Parameter (FS)						
01	AOX DIN 38414 S18/ DIN EN 1485 (DIN 38409 H14)	3	Stck.	17,90	92,00	41,07	29
02	AKW (6 Einzelsubstanzen); DIN 38 413 F9		Stck.	23,01	46,02	32,80	26
03	AKW (12 Einzelsubstanzen)		Stck.	28,12	61,36	38,42	7
04	Aldrin	4	Stck.	9,00	45,00	33,00	3
06	BTEX, Originalsubstanz Handbuch Altlasten, HLUG, Band 7	13, 40, 98, 105, 111	Stck.	14,00	68,00	29,17	78
07	BTEXN (+ Naphthalin) Handbuch Altlasten, HLUG, Band 7		Stck.	20,45	44,00	28,89	4
08	Benzo(a)pyren		Stck.	10,00	49,00	31,29	10
09	Chlororganische Verbindungen DIN 38407 F2		Stck.	115,00	128,00	121,50	2
10	Chlorbenzole	21, 111	Stck.	47,00	75,00	61,25	4
11	CKW (7 Einzelsubstanzen; Summe der C1- und C2 KW) DIN 38 407 F4/5		Stck.	25,56	46,02	32,72	16
12	CKW (18 Einzelsubstanzen)		Stck.	30,68	81,81	44,85	7
13	Dibenzodioxine und Dibenzofurane (Klär- schlamm) AbfKlärV	108	Stck.	660,00	660,00	660,00	1
14	Dibenzodioxine und Dibenzofurane (Feststoff- proben) EPA 8280	108	Stck.	460,00	460,00	460,00	1
15	Dibenzodioxine und Dibenzofurane (Filterstaub) VDI 3499	108	Stck.	520,00	520,00	520,00	1
16	Dioxine und Furane gemäß VDI-Richtlinie 3498	108	Stck.	412,53	715,38	568,90	7
17	Dibenzodioxine und Dibenzofurane (Ölproben)	108	Stck.	570,00	570,00	570,00	1
18	Dibenzodioxine und Dibenzofurane chlorierte u. bromierte PHDD/F GefStoffV	108	Stck.	1.280,00	1.280,00	1.280,00	1
19	DDT	32, 33	Stck.	9,00	45,00	27,00	2
20	Diethylether		Stck.	44,00	44,00	44,00	1
21	EOX [DIN 38 409 H8/H14] ⁴ , aktuell: DIN 38414-S17	41	Stck.	15,34	78,00	32,39	67
22	FCKW DIN EN ISO 10301		Stck.	44,00	44,00	44,00	1
23	Formaldehyd VDI 3484		Stck.	47,00	47,00	47,00	1
24	Hexachlorbenzol	54	Stck.	9,00	45,00	27,00	2
25	Hexachlorcyclohexan		Stck.	9,00	45,00	27,00	2
26	HCH und Chlorbenzole	51, 21	Stck.	107,37	715,35	219,32	7
27	Holzschutzmittel (Lindan, Chlorthalonil, Dichlofluamid, Endosulfan, DDT, DDD, DDE, PCP)	32, 33	Stck.	200,00	200,00	200,00	1
28	[Kohlenwasserstoffe IR DIN 38409 H18] ⁴		Stck.	12,78	178,95	21,96	66
29	[Kohlenwasserstoffe IR, ohne Al ₂ O ₃ -Trennung] ⁴		Stck.			20,45 *	
30	KW-Index (GC-Verfahren, Kurzbezeichnung KW04) ⁵	58	Stck.	25,00	55,00	35,00	3
31	[KW nach ISO TR 11046 (GC)] ⁴		Stck.	16,97	115,00	39,44	91

⁴ überholtes Verfahren. Die Kostenangaben beziehen sich auf das angegebene überholte Verfahren.⁵ Grundlage des Verfahrens KW04 bildet der Entwurf der DIN EN 14039, deren grundsätzliche Arbeitsschritte sich mit dem Entwurf der DIN ISO 16703 aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit decken.

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
33	LHKW Handbuch Altlasten HLUG, Band 7	60 (94, 95)	Stck.	10,00	56,24	27,96	38
36	Lindan		Stck.	103,00	103,00	103,00	1
37	Lipophile Stoffe [DIN 38409 H17] ⁴ , aktuell: DEV H56		Stck.	31,00	85,00	58,00	2
38	schwerflüchtige lipophile Stoffe [DIN 38409 H17] ⁴ , aktuell: DEV H56		Stck.	11,25	33,23	21,24	26
39	MTBE DIN 38407 F9 analog		Stck.	44,00	49,00	46,50	2
40	Nitroaromaten		Stck.	120,00	120,00	120,00	1
41	PAK (TVO) DIN 38404 F18		Stck.	52,00	52,00	52,00	1
42	PAK nach EPA LUA-Merkblatt Nr. 1	76	Stck.	24,00	266,65	42,85	173
43	PCB in Ölen DIN 51527 T1	75	Stck.	25,00	90,00	47,05	10
44	PCB (6 Kongenere nach Ballschmitter) DIN 38414 S20	74	Stck.	30,00	115,00	51,88	89
45	PCDM DIN 38414 S20		Stck.	77,00	77,00	77,00	1
46	PCP nach Altholzverordnung		Stck.	103,00	105,00	104,00	2
47	PCP / Lindan komb.		Stck.	165,00	165,00	165,00	1
48	Pentachlorphenol	117	Stck.	28,00	48,00	40,33	3
49	Phenole wdf. DIN 38409 H16 2		Stck.	36,00	36,00	36,00	1
50	Phenolindex DIN 38409 H16 1/2	73	Stck.	8,00	100,00	22,56	61
51	Phenole gaschromatische Bestimmung		Stck.	71,58	112,48	93,74	3
52	Styrol DIN 38407 F9		Stck.	44,00	44,00	44,00	1
13 24 00	Übersichtsanalysen + Analysenpakete (FS)						
01	ECD-Screening		Stck.	62,00	130,00	89,67	3
02	FID-Screening		Stck.	77,00	130,00	103,50	2
03	GC-MS-Screening auf (leichtflüchtige) organ. Verbindungen		Stck.	79,25	230,00	114,86	29
04	GC-MS-Screening auf mittel- bis schwerflüchtige organ. Verbindungen		Stck.	81,80	180,00	148,45	4
05	ICP-Screening (ca. 10 Elemente) mit Aufschluss nach DEV		Stck.	67,00	87,00	77,00	2
06	ICP-Screening (ca. 20 Elemente) mit Aufschluss nach DEV		Stck.	77,00	125,00	100,00	3
07	LAGA Bauschutt ergänzt um TASI Parameter für Z3 Bauschutt		Stck.	578,89	578,89	578,89	1
08	LAGA Bauschutt Feststoff + Eluat		Stck.	160,00	493,58	289,49	14
09	LAGA Boden Eluat		Stck.	110,44	306,78	175,01	26
10	LAGA Boden Feststoff		Stck.	150,00	510,00	290,21	36
11	LAGA Boden Feststoff + Eluat		Stck.	99,70	562,42	366,11	77
12	PBSM (Hexachlorbenzol, Pentachlorphenol, Aldrin, DDT, HCH-Gemisch)	4, 54, 32, 33, 51, 85	Stck.	36,00	327,20	170,54	23

⁴ überholtes Verfahren. Die Kostenangaben beziehen sich auf das angegebene überholte Verfahren.

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
13	PCDD/F (polychlorierte Dibenzodioxine/ Furane); GC-MS; nach KlärV unter Beachtung der DIN 38414 24 inkl. Soxhlet-Extraktion an gefrierge- trockneten Proben mit Toluol und chroma- tographischer Reinigung	108, 98	Stck.	330,00	420,00	361,67	6
14	RDF Feststoff		Stck.			153,39*	
15	RFA Feststoff		Stck.	56,00	70,00	63,00	2
16	Schwermetalle gem. AbfKlärV		Stck.	25,00	71,58	48,30	14
17	Schwermetalle gem. AbfKlärV + Arsen		Stck.	27,00	120,00	46,35	100
18	Schwermetallanalytik As, Pb, Cd, Crge, Cu, Ni, Zn (DIN 11885), Hg (DIN 1483) und CrVI (DIN 38405 24) inkl. Kö- nigswasseraufschluss bzw. Extraktion mit phos- phatgepufferter Aluminiumsulfatlösung		Stck.	45,00	60,00	53,96	5
19	Kontrollanalytik Boden hinsichtlich Einhaltung der Sanierungszielwerte: PAK (EPA), IR-KW, Chrom (ges.) in der Originalsubstanz; PAK (EPA), Chrom (VI), Fluorid im Eluat	76, ..., 23, 24, 44	Stck.	76,69	294,50	191,16	8
13 30 00	Chemische Untersuchungen wässriger Pro- ben (W)						
13 31 00	physikal.-chem. Kenngrößen, allgem. sum- marische Kenngrößen (W)						
01	Abdampfdruckstand DIN 38409 H1		Stck.	11,00	11,00	11,00	1
02	Abfilt. Stoffe Gf (1 µm) DIN 38 409 H2-3		Stck.	31,00	31,00	31,00	1
03	Abfilt. Stoffe MF (0,45 µm) DIN 38 409 H2-2		Stck.			12,78 *	
04	Abfilt. Stoffe PF DIN 38 409 H2-2		Stck.	11,00	18,00	14,50	2
05	Abfiltrierbare Stoffe	1	Stck.	3,00	10,00	6,92	3
06	Absetzbare Stoffe DIN 38 409 H10		Stck.	2,90	21,00	8,19	11
07	Absetzbare Stoffe DIN 38 409 H9		Stck.	10,00	10,00	10,00	2
08	Absorption bei 254 nm DIN EN ISO 7887 (C3)		Stck.	10,00	10,00	10,00	2
09	Basekapazität pH 8,2 DIN 38 409 H7		Stck.	10,00	18,00	13,38	4
10	Betonaggressivität		Stck.	43,50	81,80	62,65	4
11	Calciumkarbonatsättigung DIN 38 404 C10-M4		Stck.	11,00	27,50	19,25	2
12	Carbonathärte DIN 38409 H7-1-2		Stck.	11,00	11,00	11,00	1
13	Färbung	42	Stck.	10,00	10,00	10,00	1
14	Filtratglührückstand DIN 38 409 H1-4	47	Stck.	21,00	21,00	21,00	1
15	Filtrattrockenrückstand DIN 38 409 H1-2	47, 101	Stck.	18,00	18,00	18,00	2
16	Gesamtglührückstand DIN 38 409 H1-3	47	Stck.	15,50	21,00	18,25	2
17	Gesamt trockenrückstand DIN ISO 11645	47, 101	Stck.	8,00	18,00	13,00	2
18	Ionenbilanz		Stck.	12,78	40,90	26,84	2
19	Kalkaggressivität nach Heyer DIN EN ISO 11885		Stck.	26,00	26,00	26,00	1
20	Leitfähigkeit el. DIN 38 404 C8	36	Stck.	1,02	10,23	3,23	28

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
21	organoleptische Prüfung		Stck.	5,00	5,00	5,00	1
22	pH-Wert / Leitfähigkeit el. DIN 38 404 C5 / C8	71, 36	Stck.	5,11	8,00	7,13	6
23	pH-Wert DIN 38 404 C5	71	Stck.	1,53	10,23	3,29	27
24	Redoxpotential DIN 38 404 C6	79	Stck.	5,00	21,00	13,00	2
25	Sauerstoff gelöst DIN EN 25814	80	Stck.	3,00	3,00	3,00	1
26	Sauerstoff m. Membransonde DIN 38 408 G22	...	Stck.	2,56	10,23	3,80	24
27	Säurekapazität pH 4,3 DIN 38 409 H7		Stck.	5,11	18,00	10,23	6
28	Säurekapazität pH 8,2 DIN 38409 H7-1-2		Stck.	10,00	10,00	10,00	1
29	TOC DIN EN 1484	69	Stck.	15,34	43,46	24,11	8
30	UV-Spektrum		Stck.			25,56 *	
31	Temp., pH, O2, Leitf., Redoxpot. + Sulfid	91, 71, ..., 79, 89	Stck.	12,00	25,60	19,35	8
13 32 00	Anorganische Parameter (W)						
01	Aluminium DIN EN ISO 11885 (E22)	5	Stck.	3,00	16,00	6,12	11
02	Ammonium-N DIN 38 406 E5		Stck.	5,00	17,90	10,25	35
03	Anionen (Abwasser) DIN 38 405 D20		Stck.			12,78 *	
04	Anionen (Cl, SO4, NO3-N) DIN 38 405 D19		Stck.	25,50	25,50	25,50	1
05	Antimon DIN EN ISO 11885 (E22)	8	Stck.	8,00	18,00	12,33	3
06	Arsen DIN EN ISO 11885 (E22)	9	Stck.	4,00	25,56	10,06	41
07	Barium DIN EN ISO 11885 (E22)	10	Stck.	8,00	18,00	12,33	3
08	Beryllium DIN EN ISO 11885 (E22)		Stck.	8,00	18,00	12,33	3
09	Blei (mit AAS) DIN 38406 E22/E6		Stck.	3,58	18,00	9,07	32
10	Blei DIN EN ISO 11885 (E22)	16	Stck.	3,00	17,64	6,83	18
11	Bor DIN EN ISO 11885 (E22)	17	Stck.	3,58	16,00	7,36	5
12	Borat DIN 38405 D17		Stck.	18,00	18,00	18,00	1
13	Bromid DIN EN ISO 10304(1/2)		Stck.	11,00	11,00	11,00	1
14	Cadmium (mit AAS) DIN EN ISO 5961 (E19)	18	Stck.	4,00	18,00	9,00	5
15	Cadmium DIN EN ISO 11885 (E22)		Stck.	3,58	17,64	7,45	13
16	Cadmium DIN 38 406 E22/E19		Stck.	5,11	15,34	9,24	26
17	Calcium DIN EN ISO 11885 (E22)		Stck.	7,67	16,00	10,61	10

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
18	Carbonat DIN EN 1484		Stck.	18,00	18,00	18,00	1
19	Chlor frei DIN 38 408 G4		Stck.	5,11	26,00	14,81	4
20	Chlor org. DIN 38409 HB		Stck.	36,00	36,00	36,00	1
21	Chlorbenzole	21, 111	Stck.	47,00	75,00	61,25	4
22	Chlorid DIN EN ISO 10304-1 (D19)	22	Stck.	5,00	17,90	10,23	33
23	Chrom ges. DIN EN ISO 11885 (E22)	23	Stck.	3,58	18,00	7,16	21
24	Chromat (Cr-VI) DIN 38 405 D24	24	Stck.	15,00	18,00	16,33	3
25	Chrom ges. DIN EN ISO 11885 (E22) + Chromat (Cr-VI) DIN 38 405 D24 + Chrom(III)	23 + 24	Stck.	10,00	16,25	13,75	3
26	Cyanid ges. DIN 38 405 D13 1-3	25	Stck.	10,00	52,00	20,96	35
27	Cyanid I.freisetzbar DIN 38 405 D13 2-3	26	Stck.	8,00	47,00	20,92	38
28	Cyanid ges.+ Cyanid I.freisetzbar DIN 38405 D13-1-3 + DIN 38405 D13-2-3	25, 26	Stck.	13,00	36,00	21,50	3
29	Eisen (FE-II) über Komplexbildung DIN EN ISO 11885 (E22)	35	Stck.	18,00	18,00	18,00	1
30	Eisen ges. DIN EN ISO 11885 (E22)	35	Stck.	3,00	16,00	8,00	16
31	Fluorid DIN 38 405 D4	44	Stck.	5,11	18,00	11,91	5
32	Hydrazin DIN 38 413 P1		Stck.	21,00	21,00	21,00	1
33	Kalium DIN EN ISO 11885 (E22)		Stck.	8,00	16,00	12,00	2
34	Kieselsäure SiO ₂ DEV F1		Stck.			23,01 *	
35	Kobalt DIN EN ISO 11885 (E22)	57	Stck.	4,00	18,00	9,28	11
36	Kupfer DIN EN ISO 11885 (E22)	59	Stck.	3,00	18,00	8,13	43
37	Magnesium DIN EN ISO 11885 (E22)		Stck.	8,00	16,00	12,00	2
38	Mangan DIN EN ISO 11885 (E22)	62	Stck.	3,58	16,00	8,86	12
39	Natrium DIN EN ISO 11885 (E22)		Stck.	3,58	16,00	7,56	5
40	Nickel DIN EN ISO 11885 (E22)	66	Stck.	3,00	18,00	8,13	43
41	Nitrat-N DIN EN ISO 10304-1 (D19)	67	Stck.	5,11	16,00	9,45	10
42	Nitrat-N DIN 38 405 D9	67	Stck.	7,67	17,90	10,48	23
43	Nitrit-N DIN EN 26777 (D10)	68	Stck.	6,14	16,00	9,22	7
44	Phosphat-P (hydr.) DIN 38 405 D11-3		Stck.	18,00	18,00	18,00	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
45	Phosphat-P (ortho-) DIN 38 405 D11-1-2/D19		Stck.	7,67	23,01	11,86	25
46	Phosphor (P) DIN 38 406 E22		Stck.			7,16 *	
47	Phosphor ges. DIN 38 405 D11-4		Stck.	5,11	25,00	12,08	5
48	Quecksilber DIN EN 1483 (E12)	78	Stck.	4,00	25,56	10,64	40
49	Selen DIN EN ISO 11885 (E22)	86	Stck.	8,00	18,00	13,00	2
50	Silber DIN EN ISO 11885 (E22)		Stck.	8,00	18,00	13,00	2
51	Stickstoff ges. DIN EN 25663 (H11)		Stck.	47,00	47,00	47,00	1
52	Stickstoff gesamt DINV ENV 12260 (H34)		Stck.	41,00	41,00	41,00	1
53	Stickstoff org. DIN 38409 H28		Stck.			25,56 *	
54	Sulfat (Abwasser) DIN 38 405 D20	88	Stck.			12,78 *	
55	Sulfat DIN EN ISO 10304-1 (D19)	88	Stck.	7,67	20,45	10,75	25
56	Sulfid DIN 38 405 D26	89	Stck.	13,00	35,00	24,00	2
57	Thalium DIN 39406 E26		Stck.	18,00	20,50	19,25	2
58	Vanadium DIN EN ISO 11885 (E22)	103	Stck.	8,00	18,00	13,00	2
59	Zink DIN EN ISO 11885 (E22)	106	Stck.	4,00	18,00	8,14	40
60	Zinn DIN EN ISO 11885 (E22)	107	Stck.	8,00	18,00	13,00	2
13 33 00	Organische Parameter (W)						
01	Anionische Tenside (MBAS) DIN 38 409 H23		Stck.	31,00	41,00	36,00	2
02	AKW (6 Einzelsubstanzen) DIN 38 413 F9		Stck.	23,01	69,02	33,21	26
03	AKW (12 Einzelsubstanzen)		Stck.	28,12	61,36	37,69	7
04	AOX DIN EN 1485 (H14)	3	Stck.	20,45	65,00	37,49	20
05	AOX DIN 38 409 H14	3	Stck.	21,47	61,36	40,75	22
06	AOX, incl. TOC	3	Stck.	69,00	69,00	69,00	1
07	BIAS DIN 38 409 H23	65	Stck.	85,00	85,00	85,00	1
08	BSB ₅ DIN 38 409 H51		Stck.	31,00	50,00	40,50	2
09	BTEX, Eluat	13, 40, 98, 105, 111	Stck.	27,60	43,00	34,55	10
10	BTEX / LHKW, komb. DIN 38 407 F5 / F9	111, 60	Stck.	72,00	72,00	72,00	1
11	BTEX DIN 38 407 F9	13, 40, 98, 105, 111	Stck.	17,90	68,00	33,15	27

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
12	BTEXN (+ Naphthalin)		Stck.	20,45	25,56	23,86	3
13	BTX-Aromaten	13, 98, 105, 111	Stck.	25,56	35,79	29,96	5
14	Chlororganische Verbindungen DIN 38 407 F2		Stck.	115,00	128,00	121,50	2
15	CKW (7 Einzelsubstanzen) DIN 38 407 F4/5		Stck.	23,01	46,02	32,08	16
16	CKW (18 Einzelsubstanzen)		Stck.	30,68	81,81	42,29	7
17	CSB im Bereich 5-50 mg/l DIN 38 409 H44	20	Stck.			25,56 *	
18	CSB DIN 38 409 H41	20	Stck.	25,50	31,00	28,25	2
19	DOC DIN EN 1484		Stck.	15,34	56,24	21,56	24
20	EOX DIN 38 409 H8	41	Stck.	46,00	78,00	62,00	2
21	Holzschutzmittel (Lindan, Chlorthalonil, Dich- lofluanid, Endosulfan, DDT, DDD, DDE, PCP)	32, 33	Stck.	200,00	200,00	200,00	1
22	Kationische Tenside DIN 38 409 H23		Stck.	52,00	52,00	52,00	1
23	[Kohlenwasserstoff IR DIN 38 409 H18] ⁶		Stck.	15,00	52,00	22,07	55
24	[Kohlenwasserstoff IR, ohne Al ₂ O ₃ -Trennung DIN 38 409 H18] ⁶		Stck.			20,45 *	
25	KW GC-FID incl. Siedebereiche		Stck.	16,45	94,07	40,96	11
26	KW-Index (GC-Verfahren) DIN EN ISO 9377-2 (Juli 2001)		Stck.	7,67	211,00	45,49	60
27	LHKW / Vinylchlorid komb.; GC-ECD DIN EN ISO 10301	60 / 104	Stck.	18,00	59,00	29,41	9
28	LHKW DIN 38 407 F5	60	Stck.	17,90	68,00	29,20	47
29	Lindan		Stck.	103,00	103,00	103,00	1
30	Lipophile Stoffe [DIN 38 409 H17] ⁷		Stck.	31,00	85,00	58,00	2
31	lipophile Stoffe schwerflüchtig [DIN 38409 H17] ⁷		Stck.	11,25	33,23	21,24	26
32	MTBE		Stck.	49,00	49,00	49,00	1
33	Nitroaromaten		Stck.	120,00	120,00	120,00	1
34	PAK (EPA) DIN 38 407 F8 (E), analog	76	Stck.	27,61	260,00	44,78	160
35	PAK (TVO) DIN 38 407 F8 (E), analog	76	Stck.			66,47 *	
36	PBSM GC-ECD		Stck.	101,24	639,11	246,16	9
37	PCB DIN 38 407 F3	74	Stck.	35,79	115,00	53,40	20
38	PCB (6 Kongenere nach Ballschmitter), Eluat	74	Stck.	40,00	86,92	52,26	30
39	PCB+ PCDM DIN 38407 F3-1	74, 92	Stck.	93,00	93,00	93,00	1
40	PCB+ Hexachlorbenzol DIN 38407 F2	74, 54/85	Stck.	93,00	93,00	93,00	1

⁶ überholtes Verfahren. Die Kostenangaben beziehen sich auf das angegebene überholte Verfahren.⁷ überholtes Verfahren. Das aktuelle Verfahren ist: DIN 38409 H56. Die Kostenangaben beziehen sich auf das angegebene überholte Verfahren.

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
41	PCDM (TCBT) DIN 38 407 F2	92	Stck.	90,00	90,00	90,00	1
42	PCP / Lindan komb.		Stck.	165,00	165,00	165,00	1
43	PCP DIN 38 407 F15		Stck.	103,00	105,00	104,00	2
44	PCB (6 Kongenere nach Ballschmitter)	74	Stck.	40,90	71,58	53,37	16
45	Permanganat - Index (KMnO ₄) DIN EN ISO 8467 (H5)		Stck.	18,00	20,50	19,25	2
46	Pestizide DIN 38 407 F12		Stck.			127,82 *	
47	Phenol wdf. DIN 38 409 H16-2		Stck.	36,00	36,00	36,00	1
48	Phenole DIN 38 407 F15		Stck.	15,30	127,82	62,94	5
49	Phenolindex DIN 38 409 H16-1/2	73	Stck.	10,22	52,00	21,65	41
50	Phenole gaschromatogr. Bestimmung		Stck.	97,15	97,15	97,15	1
13 34 00	Übersichtsanalysen + Analysenpakete (W)						
01	ECD-Screening		Stck.	62,00	130,00	96,00	2
02	FID-Screening		Stck.	62,00	130,00	88,51	5
03	GC-MS-Screening auf (leichtflüchtige) org. Verbindungen		Stck.	79,25	153,39	110,97	24
04	GC-MS-Screening auf mittel- bis schwerflüchtige org. Verbindungen		Stck.	154,00	154,00	154,00	1
05	ICP-Screening (ca. 20 Elemente)		Stck.	77,00	77,00	77,00	1
06	RDF Feststoff		Stck.	#	#	#	0
07	RFA Feststoff		Stck.	#	#	#	0
08	Schwermetalle nach AbfklärV		Stck.	25,00	86,92	49,21	14
09	Schwermetalle nach AbfklärV + Arsen		Stck.	30,00	120,00	47,37	116
10	Schwermetallanalytik As, Pb, Cd, Cr ges, Cu, Ni, Zn (DIN 11885), Hg (DIN 1483) und CrVI (DIN 38405 24)		Stck.	40,00	59,50	46,90	5
11	Schwermetallanalytik As, Pb, Cd, Cr ges, Cu, Ni, Zn (DIN 11885), Hg (DIN 1483) und CrVI (DIN 38405 24), inkl. Bodensättigungsextrakt nach BBodSchV		Stck.	60,00	85,00	72,92	5
13 40 00	Biochemische Untersuchungen						
01	Bodenfeuchtegehalt		Stck.	23,00	23,00	23,00	1
02	Bodenporenvolumen		Stck.	30,70	30,70	30,70	1
03	Chlorophyll-a DIN 38 412 L16		Stck.	72,00	72,00	72,00	1
04	Coliforme Keime DIN 38 411 K5 / 6		Stck.	62,00	62,00	62,00	1
05	Daphnien-Test DIN 38 412 Teil 30	27	Stck.			76,69 *	
06	Feldkapazität Boden		Stck.	33,20	33,20	33,20	1
07	Fischtoxizität DIN 38 412 L31		Stck.			76,69 *	
08	Koloniezahl DIN 38 411 K5 / 6		Stck.	43,00	84,40	63,70	2
09	Leuchtbakterientest DIN 38 412 T32	119	Stck.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
10	Luftdurchlässigkeit des Bodens bei 8%, 12%, 15% Bodenfeuchtegehalt		Stck.	179,00	179,00	179,00	1
11	Sickergeschwindigkeit Wasser in Boden		Stck.	193,30	193,30	193,30	1
12	TCC-Test / Dehydrogenaseaktivität DEV L3		Stck.			76,69 *	
13	Voruntersuchungen zur biologischen Abbaubarkeit		Stck.	102,00	767,00	280,50	14
13 50 00	Chemische Untersuchung gasförmiger Proben⁸						
01	AKW (6 Einzelsubstanzen) DIN 38 413 F9		Stck.	23,01	43,46	30,95	19
02	AKW (12 Einzelsubstanzen)		Stck.	28,12	61,36	44,31	3
03	Bodenlufthauptkomponenten incl. H ₂ S		Stck.	#	#	#	0
04	Bodenlufthauptkomponenten (CH ₄ , CO, CO ₂ , O ₂ , N ₂)		Stck.	18,00	18,00	18,00	1
05	BTEX / LHKW	40, 60	Stck.			66,47 *	
06	BTEX DIN 38407 F9 analog	13, 40, 98, 105, 111	Stck.	20,00	100,00	31,65	35
07	BTEX mittels FID/ PID oder VDI 3482		Stck.	28,12	51,13	36,08	7
08	BTEX, Aliphaten, Mesethylene, Naphthalin DIN 38409 F 9 analog	13, 40, 98, 105, 111	Stck.	20,45	25,56	23,01	3
09	Deponiegase ⁹		Stck.	18,41	178,95	55,92	21
10	Dioxine und Furane	108	Stck.	425,40	644,23	566,55	6
11	HCH und Chlorbenzole	51, 21, 111	Stck.	95,71	147,25	128,40	6
12	Formaldehyd E DIN ISO 16000-3		Stck.	95,00	95,00	95,00	1
13	GC-MS Screening		Stck.	66,47	214,74	125,13	22
14	KW GC-FID incl. Siedebereiche		Stck.	25,00	25,00	25,00	1
15	KW (Benzinkohlenwasserstoffe)		Stck.	25,00	25,00	25,00	1
16	LHKW (7 Einzelsubstanzen)	60	Stck.	16,62	52,00	29,54	80
17	LHKW (18 Einzelsubstanzen)	60	Stck.	28,12	81,81	51,13	3
18	LHKW + Vinylchlorid	104, 60	Stck.	35,00	57,50	46,25	2
19	Lindan		Stck.			61,36 *	
20	Lösungsmittel (Methanol, Ethanol, Aceton, Ethylacetat)		Stck.	28,12	127,82	54,65	21
21	PAK (Glasfaserfilter, PU-Schaum)		Stck.	165,00	165,00	165,00	1
22	PCB (Glasfaserfilter, PU-Schaum) VDI 4300 Bl. 2		Stck.	165,00	165,00	165,00	1
23	PCP (Glasfaserfilter, PU-Schaum) VDI 4301 Bl. 2		Stck.	103,00	103,00	103,00	1
24	PCP / Lindan (Glasfaserfilter, PU-Schaum)		Stck.	165,00	165,00	165,00	1
25	Quecksilber dampfförmig		Stck.	8,90	69,30	26,92	12
26	Vinylchlorid GC-ECD DIN EN ISO 10301		Stck.	15,00	22,95	18,41	11

⁸ Anmerkung zu den LB-Nrn. 135000 bis 135008: Die aktuelle Methode zur Untersuchung der Bodenluft ist die Methode nach VDI 3865 Teil 3-4. Die Kostenangaben beziehen sich auf die angegebenen Methoden.

⁹ Für Deponiegase ist die VDI 3860 in Vorbereitung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
13 60 00	Mobiles Labor, in-situ Analytik						
01	Gestellung eines Messwagens mit der Ausrüstung zur Analytik (LHKW, BTEX), Probenaufbereitung und Analytik, ca. 20 Probenahmen pro Tag		d	660,00	2.250,00	1.347,75	8
02	Gestellung und Einsatz eines mobilen Labors zur <i>in-situ</i> und <i>on-site</i> Analytik; einschließlich aller Messtechnik und -elektronik, Verbrauchsmaterialien für Probennahme / -anreicherung / -extraktion und Analytik, Personal (Chemiker und Techniker); ausgestattet mit: 1. MIP-Sonde zur halbquantitativen <i>in-situ</i> / <i>online</i> Analytik von organischen Komponenten mit Sdp. <150°C (tiefenspezifische Signalerfassung während des Bohrvorganges); Analytik erfolgt mittels Thermodesorption und MIP- PID/FID/FDELCD-Kopplung; 2. Messtechnik zur in-situ online Gaschromatographie mit MIP-gekoppelter Gasfalle und GC-FID/ECD Einzelstoffbestimmung. 3. IR-Analysegerät zur Quantifizierung von Kohlenwasserstoffen nach [DIN 38 409 H18] ¹⁰ 4. Messtechnik zur Durchführung von Bohrlochgeophysik (Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit nach <i>Wenner</i> ; Messung erfolgt zeit- und tiefenparallel zur chemischen in-situ Analytik) 5. Messtechnik zur Durchführung von qualitativen und quantitativen <i>on-site</i> Analysen von Feststoffen, flüssigen Medien und adsorbierten gasförmigen Medien. Probenaufbereitung mittels patentierter Festphasenmikroextraktion; Analytik mittels GC-FID; einschließlich aller Verbrauchsmaterialien, Chemikalien etc. Einschließlich Bohr- und Probenahmefahrzeug mit allen technischen Ausstattungsmerkmalen zur Durchführung von Bohr- und Probenahmearbeiten (Direct-Push-/ MIP-/Geoelektrik-Sondierungen) sowie fachkundiges Personal		d	3.000,00	4.200,00	3.500,00	3
03	Gestellung und Einsatz einer mobilen GC-MS-Einheit		d	#	#	#	0
13 70 00	Vor-Ort-Analytik						
01	LHKW		Stck.	61,40	66,50	63,95	2
02	BTEX		Stck.	61,40	61,40	61,40	1
03	MKW-FID-Screening		Stck.	46,00	81,80	63,90	2
04	PAK		Stck.	102,30	102,30	102,30	1
05	Qualitative in-situ on-line Analytik von verdampfbaren Einzelsubstanzen (z. B. LCKW)		Stck.	20,50	20,50	20,50	1

¹⁰ überholtes Verfahren

LB-AF Nr. Leistungsbereich

13 00 00 Chemisch-physikalische Analytik

OZ	Text	Lfd.Nr. aus LUA-Merk- blatt 38 ¹	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
13 80 00	Sonstiges						
01	Zusammenstellung aller ermittelten Analyseda- ten		psch.	127,82	971,45	397,96	12
02	Gutachtenerstellung zu den ermittelten Daten		psch.	818,07	12.015,36	3.973,38	16
03	Erstellung und Übergabe der Analyseergebnis- se in Form eines Analysenprotokolls inkl. Kurzauswertung		psch.	20,00	120,00	63,33	3
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

13.3 Literatur

Bracke, R.: Direct-Push-Technologien. - Ecosverlag, Aachen 2002.

Bund- / Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) – Altlastenausschuss (ALA), Unterausschuss (UA QS)
„Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung“, September 2002.

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten Band 7, Teil 4, Analysenverfahren -
Fachgremium Altlastenanalytik - Bestimmung von BTEX / LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbe-
reich, Wiesbaden September 2000.

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, che-
mischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von
Abfällen, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall Nr. 32, Erich Schmidt Verlag, 2002.

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA EW 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, und
chemischen Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbe-
reich, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall Nr. 33, Erich Schmidt Verlag, 2002.

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, und chemischen
Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich, Teil A:
Herstellung und Untersuchung von wässrigen Eluatzen EW 98; Technische Regeln für die Überwachung
von Grund-, Sicker- und Oberflächenwasser sowie oberirdischer Gewässer bei Abfallentsorgungsanla-
gen WÜ 98 Teil 1: Deponien; Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall Nr. 28, Erich Schmidt
Verlag, 1999.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: AlfaWeb – Arbeitshilfen für eine landeseinheitliche, sys-
tematische Altlastenbearbeitung, Handlungsempfehlung zum Einsatz von Vor-Ort-Analytik, Stand
2001.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Band 20: Handbuch Altlasten und Grundwasserschadens-
fälle, Methodensammlung Teil 3: Methoden der Feldanalytik kontaminierter Böden, Februar 1998.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (1999): Methoden der Schnellanalytik; Landesumweltamt NRW, Essen.

- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2000): Analysenverfahren und Parameter zur Untersuchung von Abfällen, Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen. Merkblätter Nr. 38, Essen.
- Nobst, P.; Stark, J.: Entwicklung von Verfahren zur Beurteilung der Kontaminierung der Baustoffe vor dem Abbruch (Schnellprüfverfahren), Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 497, März 2000.
- Robertz, M.; Muckenheim, T.; Eckl, S.; Webb, L.: Kostengünstige Labormethode zur Bestimmung der mikrobiellen Bodenatmung nach DIN 19737, in Wasser & Boden 5/1999, S. 48-53.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Vor-Ort-Analytik, Materialien zur Altlastenbearbeitung, Dresden, 1999.
- Sassenscheid, K.: Miniaturisiertes IR-Faserspektrometer zu In-situ-Detektion von chlorierten Kohlenwasserstoffen in Sickerwässern, wlb 9/2002, S. 55-57.
- U.S. EPA (1995): Rapid optical screen tool (ROST): Innovative technology evaluation report. Superfund innovative technology evaluation.- EPA/540/R-95/520. Office of Research and Development, Washington D.C.
- VEGAS (2002): Feldmesstechnik für die Erkundung von Altstandorten.- Symposium vor-Ort-Analytik, 5.-6.3.2002, Tagungsunterlagen; Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung an der Universität Stuttgart.
- Werres, F.; Balsaa, P.; Nahrstedt, A.; Overath, H.: Bestimmung der Konzentration gelösten Stickstoffs in natürlichen Wässern mittels Wärmeleitfähigkeitsdetektion, in Wasser & Boden 3/2000, S. 36-40.

13.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter können über z. B. über den Deutschen Verband Unabhängiger Prüflaboratorien (www.vup.de) oder über EuroLab Deutschland (www.eurolab-d.bam.de) ermittelt werden. In-Situ Analytik findet sich unter www.mip-sondierungen.de.

14 Geotechnische Laboruntersuchungen

Im Labor zu untersuchende Bodenproben müssen die jeweils zu bestimmenden geotechnischen Eigenschaften generell möglichst unverfälscht aufweisen. Die Erfüllung dieser Forderung ist nicht nur eine Frage der Bohr- und Entnahmetechnik, des Transportes, der Verpackung und Lagerung sowie der Bearbeitung im Labor, sondern ist auch von der Bodenart abhängig. Bestehen Zweifel, ob die interessierenden Eigenschaften an Bodenproben bestimmbar sein werden, so sind zusätzlich Feldversuche auszuführen. Durch die Laborversuche werden physikalische Größen oder allgemein vereinbarte Kenngrößen bestimmt. In Abhängigkeit der festgelegten Güteklasse werden z. B. folgende Kennwerte ermittelt: Korngrößenverteilung, mineralischer Aufbau, Korndichte, Wassergehalt, Fließ- und Ausrollgrenze, Dichte und Glühverlust (DIN 18121 bis DIN18137).

Der Leistungsbereich berücksichtigt im wesentlichen die Eignungsprüfung gemäß den GDA-Empfehlungen (E3 – Empfehlungen zur geotechnischen Eignungsprüfung in 1).

14.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Für alle Baustoffe, die planmäßig bei Bau- und Sanierungsmaßnahmen an Deponien und Altlasten zum Einsatz kommen, ist die Eignung nachzuweisen. Die Eignung mineralischer Abdichtungen für Sanierungsmaßnahmen ist in der Regel in jedem Einzelfall gesondert zu ermitteln. Laborversuche sind in ausreichendem Umfang an allen maßgebenden Baustoffen und Bodenschichten durchzuführen, um eine Schwankungsbreite der Bodeneigenschaften zu erfassen. Der Umfang der Untersuchungen wird vom qualifizierten geotechnischen Fachmann festgelegt.

Die Versuchsdurchführung ist zur Sicherung der Bestandsaufnahme und Nachvollziehbarkeit zu dokumentieren. Zu bestimmen sind in der Regel die Art und Zusammensetzung von Abdichtungsmaterialien, die Ermittlung der Einbaukriterien, sowie die Eigenschaften der Baustoffe im Gebrauchsfall.

Der Leistungsbereich beschreibt geotechnische Laborversuche zur Bestimmung der bodenphysikalischen, sedimentologischen und mineralischen Kenngrößen von Lockergesteinen wie bodenklassifizierende Parameter, (Lagerungs-) dichte und Durchlässigkeit, Spannungs- / Verformungsverhalten sowie Festigkeit.

Normen und Empfehlungen

- DIN 18121-1, Baugrund , Untersuchung von Bodenproben – Wassergehalt – Bestimmung durch Ofentrocknung.
- DIN 18121-2, Baugrund - Untersuchungen von Bodenproben; Wassergehalt - Teil 2: Bestimmung durch Schnellverfahren
- DIN 18122-1, Baugrund , Untersuchung von Bodenproben – Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) – Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze.
- DIN 18122-2, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze
- DIN 18123, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung
- DIN 18124, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korndichte - Kapillarpiknometer, Weithalspyknometer

¹ gem. Dt. Ges. für Erd- und Grundbau e.V. (1997):
Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“

- DIN 18125-1, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 1: Laborversuche
- DIN 18125-2, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche
- DIN 18126, Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung.
- DIN 18127, Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Proctorversuch.
- DIN 18128, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes.
- DIN 18129, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Kalkgehaltsbestimmung
- DIN 18130, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts.
- DIN 18132, Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte - Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens.
- DIN 18136, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Einaxialer Druckversuch
- DIN 18196:1988-10, Erd- und Grundbau – Bodenklassifikationen für bautechnische Zwecke.
- Grundbau Taschenbuch Kapitel 1.5 „Eigenschaften von Boden und Fels; Ermittlung im Labor“.

Geotechnische Laborversuche an Bodenproben (nach DIN 4020, Ausgabe 1990, Tabelle 8)

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	Versuch	Mindest Güteklasse nach DIN 4021	Bodenart	Versuchsnorm	Kenngößen	Anwendung
1	Korngrößenverteilung	4	alle	DIN 18123	Körnungslinie Ungleichförmigkeitszahl	Benennung, Klassifikation, Korrelationsgrundlage
2	Plastizitätsgrenzen	4	feinkörnige Böden; bei gemischtkörnigen Böden am Anteil <0,4 mm	DIN 18122	Fließgrenze w_L Ausrollgrenze w_P Plastizitätszahl I_P Schrumpfgrenze w_s	Benennung, Klassifikation, Bezugsgröße für 5 Korrelationsgrundlage
3	organische Anteile	4	organische und organisch verunreinigte Böden	DIN 18128	Gehalt an organischen Anteilen	Benennung, Klassifikation
4	Kalkgehalt	4	Alle	DIN 18129	Gehalt an CaO	Klassifikation, Korrelationsgrundlage
5	Wassergehalt	3	alle, insbesondere fein- und gemischtkörnige Böden	DIN 18121	Wassergehalt w , Konsistenzzahl I_c in Verbindung mit w_L und w_P Sättigungszahl S_r in Verbindung mit Dichte und Korndichte	Zustandsbeschreibung Korrelationsgrundlage für Belastbarkeit des Baugrundes
6	Korndichte im Pyknometer	4	alle Bodenarten	DIN 18124	Korndichte ρ_s	Hilfsgröße, Hinweis auf Mineralgehalt
7	Dichte	2	alle, insbesondere fein- und gemischtkörnige Böden	DIN 18125	Dichte des Bodens ρ , Trockendichte ρ_d Lagerungsdichte D bzw. I_D in Verbindung mit Grenzen der Lagerungsdichte, Porenanteil n und Porenzahl e in Verbindung mit ρ_d	Zustandsbeschreibung, erdstatische Kenngröße, Korrelationsgrundlage für Belastbarkeit des Baugrundes
8	Grenzen der Lagerungsdichte	4	Grobkörnige Böden	DIN 18126	max ρ_d bzw min n oder min e bei dichtester Lagerung, min ρ_d bzw max n oder max e bei	Bezugsgröße für 7

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	Versuch	Mindest Güteklasse nach DIN 4021	Bodenart	Versuchsnorm	Kenngößen	Anwendung
					lockerster Lagerung	
9	Proctorversuch	4	alle Bodenarten	DIN 18127	Wassergehalt Dichte-zusammenhang für gegebene Verdichtungsarbeit, Proctordichte ρ_{pr} , optimaler Wassergehalt w_{pr}	Verdichtungsverhalten von Böden, Bezugsgröße für 7, Klassifikationsgrundlage
10	Einaxialer Druckversuch	1	feinkörnige, gemischtkörnige Böden	DIN 18136	Einaxiale Druckfestigkeit q_u , Bruchstauchung ϵ_r , E-Modul	Festigkeitsmaß, Korrelationsgröße für Belastbarkeit des Baugrunds
11	Dreiaxialer Druckversuch	1	alle Bodenarten	DIN 18137 Teil 2	Scherparameter ϕ', c' , c_u , Porenwasserdruck als $f(\sigma_1 - \sigma_3)$ Stauchung als $f(\sigma_1)$, E-Modul, Kompressionsmodul	Erdstatische Berechnungen, Setzungsbe-rechnung
12	Rahmenscherversuch	1 (4)	alle Bodenarten $d < 2\text{mm}$	DIN 18137 Teil 3	Scherparameter ϕ', c' , Dilationswinkel	Erdstatische Berechnung
13	Kreisringscherversuch	1 (4)	alle Bodenarten $d < 2\text{mm}$	-	Restscherfestigkeit	Erdstatische Berechnung
14	Kompressionsversuch	1	feinkörnige und gemischtkörnige Böden	DIN 18135	Steifemodul E_s Konsolidierungsbeiwert c_v	Setzungsbe-rechnung, Sackung
15	Schwellhebungsversuch	1	feinkörnige Bodenarten	-	Schwellmaß	Schwellverhalten von Böden
16	Schwelldruckversuch	1	feinkörnige Bodenarten	-	Schwelldruck	Schwellverhalten von Böden
17	Frosthebungsversuch	1 (4)	feinkörnige und gemischtkörnige Böden	-	Frosthebung, Frosthebungs-geschwindigkeit, Frosthebungsdruck	Frostempfindlichkeit im Verkehrswegebau, bei Gefrierverfahren
18	Durchlässigkeitsversuch	1 (4)	alle Bodenarten	DIN 18130 Teil1	Durchlässigkeits-beiwert	Strömungsprobleme, Wasserbewegung im Baugrund
19	Erosionsversuch	1 (4)	feinkörnige Böden	-	Erosionsempfindlichkeit	Wasserbau Dränagen
20	Dispensionsversuch	1 (4)	feinkörnige Böden	-	Erosionsempfindlichkeit	Wasserbau Erddambau
21	kapillare Steighöhe	1 (4)	grobkörnige, gemischtkörnige Böden	-	Aktive und passive kapillare Steighöhe	Wasserbewegung
22	Zyklischer Dreiaxialversuch	1	alle Böden	-	Verformungsverhalten und Festigkeit bei Schwelllast	Wiederholt und wechselbelastete Böden
23	Resonanz-säulenversuch	1 (4)	alle Böden	-	Dynamischer Schubmodul, Dämpfung	Schwingungsfort-pflanzung
24	Mineralogisch-petrographische-Untersuchung	4	Grobkörnige Böden	-	Mineralische Zusammensetzung, geologische Herkunft	geologische Zuordnung
25	Röntgenanalyse oder Differential-Thermoanalyse	4	feinkörnige Böden	-	Mineralogische Zusammensetzung, quellfähige Anteile	Bezug zu Zeilen 13,15 und 16

14.1.1 Untersuchungen zur Eignungsprüfung mineralischer Oberflächen- und Basisabdichtungen (E 3-1)

Untersuchungen zur bodenphysikalischen Klassifizierung

Die für den Einbau als mineralische Abdichtung vorgesehenen Baustoffe sind nach DIN 18 196 zu klassifizieren. Dies gilt auch für anstehende Böden, deren abdichtende Wirkung planmäßig genutzt werden soll (vgl. LB 70-00-00 und LB 71-10-00). Für die Beschreibung mineralischer Dichtungsmaterialien sind anhand einer ausreichenden Anzahl repräsentativer Proben die folgenden bodenphysikalischen Kennwerte in Laborversuchen zu bestimmen:

Kennwerte	DIN
Dichte	DIN 18 125
Gehalt an organischen Bestandteilen (Glühverlust oder Nassoxydation)	DIN 18 128
Kalkgehalt	DIN 18 129
Korndichte	DIN 18 124
Korngrößenverteilung	DIN 18 123
Wasseraufnahme	DIN 18 132
Wassergehalt	DIN 18 121
Zustandsgrenze (Fließgrenze, Ausrollgrenze, Schrumpfgrenze, Plastizitätszahl, Konsistenzzahl)	DIN 18 122

Bestimmung von Einbaukriterien

Wichtige Einbaukriterien für mineralische Abdichtungen sind die Dichte und der Wassergehalt. Die erreichbare Dichte wird bestimmt nach DIN 18 127 (Proctorversuch). Der für den Einbau erforderliche Verdichtungsgrad und der Einbauwassergehalt ermitteln sich in Verbindung mit Durchlässigkeitsversuchen.

An mineralischen Dichtungsmaterialien sind zur Standsicherheitsberechnung, zur Beurteilung des Verformungsverhaltens und der Quelleigenschaften die Zusammendrückbarkeit, das Quellverhalten und die Scherfestigkeit zu bestimmen:

Kennwerte	DIN
Dichte (Proctorversuch)	DIN 18 127
Einbauwassergehalt, Einbau-Verdichtungsgrad	DIN 18 130
Zusammendrückbarkeit (Kompressionsversuch)	DIN 18 135
Quellverhalten	-
	Empfehlungen Nr. 11 DGEG AK 19 Quellhebungsversuch nach Huder / Amberg Quellvermögen unter Normalspannung / ebenem Spannungszustand
Scherfestigkeit	DIN 18 136 / 18 137

Prüfung der Durchlässigkeit

Das Durchlässigkeitsverhalten mineralischer Materialien ist im Labor nach DIN 18 130 Teil 1 zu prüfen. Dabei kann das Durchlässigkeitsverhalten eines Bodens und die dazugehörigen Durchlässigkeitsbeiwerte k und k_0 in [m/s] unter Ansatz eines konstanten oder veränderlichen hydraulischen Gefälles ermittelt werden. Abmessungen und Körnigkeit des Probekörper regelt DIN 18 127.

Untersuchungen zur Veränderung der chemischen Langzeitbeständigkeit

Beschrieben werden Untersuchungen zur Abschätzung der Auswirkungen von Sickerwässern auf das Langzeitverhalten mineralischer Dichtungsmaterialien. Dazu wird anstelle von Leitungswasser im Wasseraufnahmeversuch (DIN 18 132) eine andersartige Prüfflüssigkeit wie z. B. destilliertes Wasser, Oxalsäure (pH >1), Salzsäure und Wasserstoffperoxid (pH <0) oder Natronlauge (pH >14) verwendet.

Damit wird das Verhalten von Tonen / tonigen Bestandteilen bzw. die chemische und strukturelle Stabilität von mineralischen Dichtungselementen des Bodens bei Kontakt mit reinen bzw. hochkonzentrierten Flüssigkeiten oder Lösungen, die als „Grenzstoffe“ in Deponiesickerwässern vorkommen können, untersucht.

Darüber hinaus sind im Einzelfall folgende Prüfungen und Nachweise durchzuführen:

- Überprüfung der Gefügeveränderung
- Rissbildung an der Oberfläche des Abdichtmaterials und die daraus veränderliche resultierende Saugspannung in Abhängigkeit der vorhandenen „Grenzstoffe“
- Bestimmung der mineralogischen Zusammensetzung des Abdichtungsmaterials im Hinblick auf die wechselseitigen Auswirkungen mit den spezifischen Randbedingungen.

14.1.2 Untersuchungen zur Eignungsprüfung mineralischer Dichtwandmassen (E3-2)

Beschrieben werden Prüfverfahren an mineralischen Dichtwandmassen und Kunststoffdichtungsbahnen. Die Eignung mineralischer Dichtwandmassen ist in jedem Einzelfall durch Eignungsprüfung nachzuweisen. In der Regel sind folgende Parameter zu bestimmen:

Prüfparameter für mineralische Dichtwandmassen

Zusammensetzung und Eigenschaften der Ausgangsstoffe

Eigenschaften der frischen Dichtwandmasse

Verarbeitbarkeit und Erstarrungsverhalten der Dichtwandmasse

Festigkeit und Erstarrungs- / Verformungsverhalten der erhärteten Dichtwandmasse

Durchlässigkeit der erhärteten Dichtwandmasse

Dichte und Wassergehalt

Für industriell gefertigte Dichtwand-Fertigmischungen (Trockenmischungen) genügt oft eine einmalige, baustellenunabhängige allgemeine Eignungsprüfung.

14.1.3 Bestimmung des Scherverhaltens von kombinierten Abdichtungssystemen (E3-8)

Zur Beschreibung des Scherverhaltens zwischen mineralischen Schichten und Kunststoffdichtungsbahnen oder Geotextilien sind Scherversuche mit erzwungener Scherfuge erforderlich. Hierzu kommen direkte (Rahmen-) Scherversuche in Anlehnung an die Bestimmung der DIN 18 137 / 2 zum Einsatz.

Darüber hinaus ist der Reibungswinkel und die Kohäsion zu bestimmen, um eine Aussage für die Verbundeigenschaften der Baustoffe / Ausgangsstoffe machen zu können.

14.1.4 Eignungsprüfung von Geotextilien (E3-9)

Für Geotextilien, die im Deponiebau und Sanierungsbereich verwendet werden, ist ein funktionsbezogener experimenteller Nachweis zu erbringen. Dabei sind folgende Untersuchungen durchzuführen:

Kennwerte	DIN
Bestimmung der mechanischen Eigenschaften	
Rissverhalten im Einbauzustand / Gebrauchszustand, Zusammendrückbarkeit;	DIN 53 885 (1998-12)
Zeitstandsverhalten Zugkriechen	DIN EN ISO 13431 (1999-11)
Zeitstandsverhalten, Druckkriechen	DIN EN 1897 (2002-02)
Reibungseigenschaften, Schiefe Ebene	E DIN EN ISO 12957-2 (1998-04)
Flächenmasse	DIN EN 965 (1995-05)
Dicke, mehrlagig	DIN EN ISO 9863-2 (1996-10)
Dicke, Einzellagen	DIN EN 964-1 (1995-05)
Bestimmung der mechanischen / hydraulischen Eigenschaften	
Abdichtungs-, Entgasungs- und Draineigenschaften; Wasserdurchlässigkeit KO ohne Auflast	DIN EN ISO 11058 (1999-02)
Wasserdurchlässigkeit KV mit Auflast	E DIN 60500-04 (1997-02)
Wasserdurchlässigkeit KH radial	E DIN 60500-8 (1997-03)
Wasserdurchlässigkeit KH parallel	DIN EN ISO 12956 (1999-06)
im Deponiebau:	
Nachweis der Beständigkeit gegenüber physikalischen, chemischen und biologischen Einflüssen im Deponie- / Ablagerungsmilieu	
Beständigkeit gegen Oxidation	DIN V ENV ISO 13438 (1999-11)
Beständigkeit gegen mikrobiologischen Abbau	DIN EN 12225 (2000-12)
Kegelfallversuch	DIN EN 918 (1996-02)
Verbindungsstellen	E DIN EN ISO 13426-2 (2001-09)
Beständigkeit gegen Flüssigkeiten	DIN EN ISO 14030 (2002-03)
Herausziehversuch	E DIN EN ISO 13738 (2000-02)
Stempeldurchdruckkraft	DIN EN ISO 12236 (1996-04)
Pyramidenfallversuch	DIN V 60500-1 (1999-06)
Beschädigung beim Einbau in körnige Materialien	DIN V ENV ISO 10722-1 (1998-05)
Scheuerbeschädigungen	DIN EN ISO 13427 (1998-10)
Beständigkeit gegen Hydrolyse	DIN EN 12447 (2002-03)
Reibungseigenschaften, Scherkasten	E DIN EN ISO 12957-1 (1998-04)
Wasserdichtheit	DIN EN 13562 (2000-07)
Wirksame Öffnungsweite	DIN EN ISO 12956 (1999-06)
Schutzwirksamkeit am GMB	E DIN EN 13719 (2000-02)
Verbindungsstellen, Geozellen	E DIN EN ISO 13426-1 (1998-12)
Kontrollprüfung von Baustellenproben	DIN EN ISO 13437 (1998-10)
Bewertung nach Beständigkeitsprüfungen	DIN EN 12226 (2000-12)
Witterungsbeständigkeit	DIN EN 12224 (2000-11)
Höchstzugkraft Nähte / Verbindungen, 200 mm	DIN EN ISO 10321 (1996-06)
Textilien – Vliesstoffe Höchstzugkraft 50mm	DIN EN 29073-3 (1992-08)
Höchstzugkraft, Streifen 200 mm	DIN EN ISO 10319 (1996-06)
Höchstzugkraft-Gewebe	DIN EN ISO 13934-1 (1999-04)

14.2 Kostenermittlung

14.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation werden die Einheitspreise / Leistungen in Stück abgerechnet.

14.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 30-00-00	Bodenaushub
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 35-00-00	Straßen, Wege, Gleise
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**14 00 00 Geotechnische Laboruntersuchungen
(nach GDA-Empfehlungen 1993 und DIN 4020)**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
14 01 00	Klassifizierende Bodenparameter					
01	Ausrollgrenze w_p nach DIN 18 122	Stck.			32,72 *	
02	Fließgrenze w_l nach DIN 18 122	Stck.			56,24 *	
03	Schrumpfgrenze w_s nach DIN 18 122	Stck.			51,13 *	
04	Ausroll-, Fließ- und Schrumpfgrenze	Stck.	148,28	148,28	148,28	1
05	Glühverlust V_{gl} durch Ofenglühen nach DIN 18 128	Stck.			29,65 *	
06	Humusgehalt	Stck.	27,61	126,24	46,71	7
07	Kalkgehalt V_{Ca} qualitativ nach DIN 4022	Stck.			7,67 *	
08	Kalkgehalt V_{Ca} quantitativ nach DIN 18 129	Stck.	28,12	84,16	41,28	14
09	Kapillare Steighöhe h_k nach BESKOW	Stck.			48,57 *	
10	Konsistenzzahl I_c nach DIN 18 122 an bindigen Böden	Stck.	83,90	126,23	102,63	0
11	Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 - Trockensiebung	Stck.	37,49	271,96	82,96	32
12	Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 - Nasssiebung	Stck.	39,66	118,67	81,68	14
13	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse	Stck.	98,68	102,26	100,47	2
14	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse bei Kornanteilen > 32 mm	Stck.			112,48 *	
15	Organischer Anteil mittels Nassoxidation nach TP BF-STB, Teil B 10.1	Stck.			33,23 *	
16	Porenanteil n nach DIN 18 126	Stck.	25,56	62,61	40,17	7
17	Schlämmanalyse	Stck.			48,57 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**14 00 00 Geotechnische Laboruntersuchungen
(nach GDA-Empfehlungen 1993 und DIN 4020)**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
18	Wasseraufnahmevermögen wE (Enslin/ Neff) nach DIN 18 132 Versuchsdauer: max. 1 h max. 24 h	Stck.	63,91	63,91	63,91 x 0,6 * x 1,0	1
19	Wassergehalt w durch Ofentrocknung nach DIN 18 121 T.1	Stck.	10,53	159,52	33,41	15
20	Wassergehalt w mittels Schnellverfahren nach DIN 18 121 T.2	Stck.	8,69	8,69	8,69	1
14 02 00	Dichte					
01	Dichtebestimmung gem. DIN 18125 T.2 durch Ersatzmethode (V>10l)	Stck.	86,92	86,92	86,92	1
02	Feuchtdichte ρ durch Ausmessen der Pro- benkörper nach DIN 18 125 T.1	Stck.			25,57 *	
03	Feuchtdichte ρ durch DIN 18 125 T.1 an ungestörter Probe mittels Entnahme durch Ausstechzylinder	Stck.	73,63	73,63	73,63	1
04	Feuchtdichte ρ durch Tauchwägung nach DIN 18 125 T.1	Stck.	30,68	30,68	30,68	1
05	Feuchtdichte ρ durch Quecksilberverdrän- gung nach DIN 18 125 T.1	Stck.			35,79 *	
06	Korndichte r_s nach DIN 18 124	Stck.	34,51	215,88	87,28	8
07	Lagerungsdichte D nach DIN 18 126 mit Bestimmung der lockersten (n_{max}) und dch- testen (n_{min}) Lagerung	Stck.	28,12	115,82	65,22	7
08	Proctordichte ρ_{Pr} und Proctorwassergehalt w_{Pr} nach DIN 18 127; Größtkorn 20 mm	Stck.	8,11	161,46	76,47	27
09	Proctordichte ρ_{Pr} und Proctorwassergehalt w_{Pr} nach DIN 18 127; Größtkorn 31,5 mm	Stck.	176,40	176,40	176,40	1
10	Proctordichte ρ_{Pr} und Proctorwassergehalt w_{Pr} nach DIN 18 127; Größtkorn 63 mm	Stck.	227,53	227,53	227,53	1
11	Proctorverdichtete Einzelproben herstellen	Stck.			189,18 *	
12	Probematerial in kleinem Proctortopf ein- stampfen (d = 100 mm)	Stck.	44,99	44,99	44,99	1
13	Proctordichte und optimaler Wassergehalt (DIN 18127) im kleinen Proctortopf (d = 100 mm)	Stck.	177,42	177,42	177,42	1
14	Probematerial in großem Proctortopf ein- stampfen (d = 250 mm)	Stck.	78,74	78,74	78,74	1
15	Proctordichte (DIN 18127) im großen Proc- tortopf (d = 250 mm)	Stck.	306,78	306,78	306,78	1
16	Raumgewichtsbestimmung	Stck.	50,62	176,11	119,36	7
14 03 00	Durchlässigkeit					
01	Durchlässigkeit von Böden mit variabler Probenhöhe bzw. verschiedenen Prüflüs- sigkeiten	Stck.	#	#	#	0
02	Wasserdurchlässigkeit k grobkörniger Böden nach DIN 18 130, T.1, mit Standrohren und konstantem hydraulischen Gefälle Probendurchmesser: 7 cm 25 cm	Stck.	39,13 39,13	322,91 244,77	122,21 x 0,8 * x 1,0	17

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**14 00 00 Geotechnische Laboruntersuchungen
(nach GDA-Empfehlungen 1993 und DIN 4020)**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Wasserdurchlässigkeit k im Standrohr nach DIN 18 130, T.1 mit fallender Druckhöhe für Probenabmessungen nach DIN 18127	Stck.			61,36 *	
04	Wasserdurchlässigkeit fein- und gemischtkörniger Böden in der Triaxialzelle mit isotroper statischer Belastung nach DIN 18 130, T.1 bis zu 4 Wochen Probendurchmesser	Stck.			153,39 *	
	10 cm				x 1,0 *	
	15 cm				x 1,3 *	
	25 cm				x 1,8 *	
05	Wasserdurchlässigkeit von feinkörnigen Böden mit statischer Belastung des Probekörpers im Kompressions-Durchlässigkeitsgerät nach DIN 18 130 / 1	Stck.			102,26 *	
06	Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130 mittels 3 Prüfkörpern (Bitumen), Durchführung und Ausführung	Stck.	102,26	241,84	171,51	3
14 04 00	Spannungs-Verformungsverhalten					
01	Kompressionsversuch bis zu 5 Laststufen	Stck.	227,52	227,52	227,52	1
02	Kompressionsversuch mit gleichzeitiger Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit	Stck.			306,78 *	
03	Kompressionsversuch mit Bestimmung der Zeitsetzung	Stck.			255,65 *	
04	Quellhebungsversuch in Anlehnung an die Empfehlung Nr. 11 des AK 19 der DGEG, 1986	Stck.			117,60 *	
05	Quellversuch nach HUDER, AMBERG etc.	Stck.	#	#	#	0
14 05 00	Festigkeit von Böden					
01	Direkter Scherversuch an bindigen Böden nach DIN 18 137 T.1 bzw. DIN 4096	Stck.	65,09	589,55	262,41	14
02	Direkter Scherversuch an nichtbindigen Böden nach DIN 18 137 T. 1	Stck.	47,29	968,77	256,31	17
03	Dreiaxialer Druckversuch an bindigen Böden nach DIN 18 137 T.2, UU-Versuch	Stck.			219,86 *	
04	Dreiaxialer Druckversuch an bindigen Böden nach DIN 18 137 T.2, CU-Versuch einschließlich Porenwasserdruckmessung oder CD-Versuch	Stck.			393,69 *	
05	Einaxiale Druckfestigkeit q_u nach DIN 18 136 mit Aufnahme der ε - σ -Kurve	Stck.			46,02 *	
06	Kohäsion und Reibungswinkel bei bindigen Böden	Stck.	186,62	301,66	301,66	2
	bei nicht bindigen Böden		301,66	301,66	x 1,0	
			186,62	186,62	x 0,6	
07	Undrainierte Scherfestigkeit c_u mittels Laborflügelsonde (3 Einzelversuche)	Stck.			40,90 *	
08	Zerfallsversuch nach ENDELL	Stck.			76,69 *	
14 06 00	Mineralogisch-chemische Untersuchungen					
01	Anteil an organischem Kohlenstoff (Total Organic Carbon TOC)	Stck.	#	#	#	0
02	Chemische Gesteinsanalyse (Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), Atomabsorptionsspektroskopie (AAS))	Stck.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**14 00 00 Geotechnische Laboruntersuchungen
(nach GDA-Empfehlungen 1993 und DIN 4020)**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	03 Tonmineralanteil und semiquantitativer Mineralbestand (Röntgenbeugungsanalyse (RBA), Infrarotspektroskopie (IR))	Stck.	#	#	#	0
	04 Kationenaustauschkapazität nach DIN 19 684	Stck.	#	#	#	0
	05 spezifische Oberfläche von Feststoffen (BET)	Stck.	#	#	#	0
14 07 00	Untersuchung von Dichtwandmassen					
	01 Absetzmaß	Stck.			4,09 *	
	02 Auslaufzeit mittels Marshtrichter	Stck.			11,25 *	
	03 Dichte von Suspensionen	Stck.			6,14 *	
	04 Filtratwasserabgabe nach DIN 4127	Stck.			13,81 *	
	05 Fließgrenze mittels Kugelhärte	Stck.			28,12 *	
	06 Fließgrenze mittels Larymeter	Stck.			28,12 *	
	07 Fließgrenze und dynamische Zähigkeit mittels Rotationsviskosimeter	Stck.			63,91 *	
	08 Herstellung von Suspensionen, Herstellen und Lagern von Probekörpern (n = 8)	Stck.			46,02 *	
	09 Messung des Erstarrungsverhaltens mit der Vicat-Nadel nach 12, 24, 36 und 48 h einschl. Herstellen von Mischungen	Stck.			56,25 *	
	10 Prüfung der Verarbeitbarkeit durch Rührversuche bis zu 8 Std. Dauer, Herstellen und Lagern von Prüfkörpern (n = 8)	Stck.			84,36 *	
14 08 00	Mechanische Prüfungen an Kunststoffdichtungsbahnen					
	01 Bestimmung der Dichte von Kunststoffen nach DIN 53 479	Stck.			28,12 *	
	02 Bestimmung der Dicke von Kunststoffdichtungsbahnen nach DIN 53 353	Stck.			7,67 *	
	03 Bestimmung der Maßänderung (Warmlageungsverhalten) nach DIN 53 377	Stck.			92,03 *	
	04 Bestimmung des Schmelzindex nach DIN 53 735	Stck.			51,13 *	
	05 Bestimmung der Verbundscherfestigkeit (d', a') zwischen KDB und mineralischem Dichtungsmaterial im Kastenschergerät nach DIN 18 137 / 2	Stck.	#	#	#	0
	06 Einaxialer Zugversuch an Bahnenmaterial nach DIN 53 455 (je 3 Einzelversuche längs und quer)	Stck.			102,26 *	
	07 Mechanische Schweißnahtprüfung mittels Zugscherversuch und Schälversuch nach DIN 16 276 (6 Einzelversuche) einschließlich Kontrolle der Nahtabmessung	Stck.			63,91 *	
	08 Technologischer Biegeversuch nach DVS 2203	Stck.			127,82 *	
# keine Kostendaten vorhanden						
* Daten aus LB 1997 / 1998						

14.3 Literatur

Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V. (1997): Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“.

Smolczyk, U.: Grundbau-Taschenbuch; Teil 1-5.- Ernst, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin

14.4 Information über Leistungsanbieter

Für die geotechnischen Laboruntersuchungen sind vorzugsweise akkreditierte bzw. zertifizierte Fachlaboratorien auszuwählen.

20 Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen

20.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei einer Schutz- und Beschränkungsmaßnahme handelt es sich nach § 2 Abs. 8 BBodSchG nicht um eine Sanierungsmaßnahme, sondern um eine sonstige Maßnahme, die Gefahren, erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit verhindert oder vermindert. Zu Schutzmaßnahmen zählen u. a. Betretungsverbote, Umzäunungen oder provisorische Abdeckungen. Beschränkungsmaßnahmen können u. a. bauplanungsrechtliche Nutzungseinschränkungen, Anbau und Verzehrsempfehlungen oder Empfehlungen zur Einschränkung der Grundwassernutzung sein. Ziel der Durchführung von Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen im Rahmen der Altlastensanierung und Flächenentwicklung ist der unmittelbare Schutz der Allgemeinheit bzw. akut bedrohter Schutzgüter. Die Entscheidung über den Umfang von Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen hängt vom Gefährdungsgrad und den relevanten Schadstofftransferpfaden ab. Allen Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen ist der vorläufige, temporär begrenzte Charakter gemeinsam. Sie ersetzen grundsätzlich keine Sanierung. Die Wirksamkeit der Maßnahme ist kontinuierlich zu überprüfen und ggf. durch weitergehende Maßnahmen zu ergänzen. Akute Gefahren können von ungesicherten und frei zugänglichen kontaminierten Objekten, Liegenschaften und Umweltmedien ausgehen oder z. B. im Falle erhöhter Vergiftungs-, Explosions- oder Brandmöglichkeiten bei Rückbau-, Entsorgungs- oder Erdarbeiten mit unbekanntem Kontaminationsprofil auftreten. Dabei sind bei allen Tätigkeiten unter komplexen Gefahrensituationen die besonderen Bestimmungen des Arbeitsschutzes zu berücksichtigen (vgl. Leistungsbereich 22-00-00).

Viele der Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen können nicht ausgeschrieben und somit nicht mit Kosten belegt werden. Dazu zählen Betretungsverbote, Nutzungseinschränkungen sowie Anbau- und Verzehrsempfehlungen. Daher werden abgesehen von provisorischen Abdeckungen und Einzäunungen in diesem Leistungsbereich keine bodenschutzrechtlichen Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen behandelt. Zusätzlich zu den Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen i. S. des BBodSchG werden in diesem Leistungsbereich Hinweise zur Folienabhängung an Gebäuden und zur Beräumung des Geländes von Gefahrstoffen gegeben.

20.2 Kostenermittlung

20.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Abdecken des Geländes mit Geotextil, Sand / Kies, PE-Folie	m ²	m ³
Umschließung des Geländes mit Zaun	lfm	
Beschilderung mit Gefahrzeichen	Stck.	
Folienabhängung von Gebäudefassaden	m ²	

Die überschlägige Kostenermittlung lässt eine Berücksichtigung besonderer organisatorischer und technischer Maßnahmen nicht zu.

Art und Umfang der im Kostenmodul berücksichtigten Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen stützt sich auf einfache Szenarien, wie die Absperrung, die Kennzeichnung von Gefahrenbereichen sowie eine oberflächige

Abdeckung der kontaminierten Areale und die Kosten für eine Umzäunung der Altlast. Weitergehende Schutzmaßnahmen sind anhand des Leistungsregisters zu kalkulieren.

LEISTUNGSBEREICH 20-00-00	SCHUTZ- UND BESCHRÄNKUNGSMAßNAHMEN	
GEFÄHRDUNGSPOTENTIAL		
Prüfen, ob aufgrund des akuten Gefährdungspotentials Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen eingeleitet werden müssen		
EINZÄUNUNG		
Maßnahme für Gesamtfläche A, mit den Kanten a, b	Kostenspanne [€ / lfm]	Kostenansatz Ku = [€ / lfm]
Bauzaun, Stahlrohr-Einzelelemente Höhe 2,20 m	0,50 - 65,00	8,00
OBERFLÄCHENABDECKUNG		
Maßnahme für kontaminierte Fläche Ak (in m²)	Kostenansatz Ko [€/m²]	
Abdeckung mit Geotextil	3,20	
Abdeckung mit Folie (z. B. PE-HD oder PE 305 / Stärke 1,5 - 2 mm)	4,90	
Einbau eines Mineralgemisches (z. B. Sand-Quarzkies, 10-20 cm mächtig)	4,10	
Kosten LB 20-00-00 = 2 (a + b) x Ku [€ / lfm] + Ak [m²] x Ko [€/m²] = _____ €		

20.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 40-00-00	Dekontamination im Rahmen des Rückbaus
LB 50-00-00	Entnahme und Fassung von Bodenluft / Deponiegas und andere pneumatische Maßnahmen
LB 52-00-00	Entnahme und Fassung von Grundwasser, Schichten- und Oberflächenwasser
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

20 00 00 Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
20 01 00	Abdecken des Geländes					
01	Abdecken des Geländes mit Sand / Kies	m²			4,09 *	
02	Abdecken des Geländes mit Geotextil	m²	1,16	7,80	3,21	8
03	Abdecken des Geländes mit PEHD - Folie, glatt, > 1 mm	m²	0,72	28,25	4,88	30
	0 - 1000 m²				x 1,0 *	
	1000 - 10.000 m²				x 0,9 *	
	10.000 - 50.000 m²				x 0,8 *	
	> 50.000 m²				x 0,7 *	
20 02 00	Sicherung des Geländes vor Zutritt					
01	Umschließung errichten, über Bauzeit vorhalten und beseitigen					
	Bauzaun Einzelelemente, Stahlrohr/Gitter; h=2 m	m	0,51	65,00	8,02	156
	Maschendrahtzaun auf Pfählen; h=2,2 m	lfm			14,32 *	
02	Bauzaun als geschlossener Zaun aus Brettern aufstellen und beseitigen	m	5,38	36,09	15,16	12
03	Bauzaun als geschlossener Zaun aus Brettern über Bauzeit vorhalten	mMt			4,09 *	
04	Bauzaun als geschlossener Zaun aus Brettern, h = 2 m, aufstellen, über Bauzeit vorhalten und beseitigen	m	10,52	44,10	34,06	5
05	Sichtschutz in ganzer Höhe des Bauzaunes aus Kunststoffgewebe aufstellen und beseitigen	m	1,28	59,51	9,97	28
06	Schutzwand als Staubschutz, Holzkonstruktion mit Folie aufstellen und beseitigen	m²			24,03 *	
07	Beschilderung / Kennzeichnung von Gefahrenbereichen	Stck.	19,28	52,15	29,61	4
20 03 00	Folienabhängung an Gebäuden					
01	Unterkonstruktion für Folienabhängung an Außenfassade liefern, aufbauen, über Bauzeit vorhalten und entfernen inkl. aller Kosten (z.B. Statik)	m²	13,50	164,10	75,05	5
02	Unterkonstruktion für Folienabhängung an Außenfassaden umsetzen / anpassen	m²	10,00	75,86	32,69	5
03	Folienabhängung (transparente Luftkammer- bzw. Schallschutzfolie) liefern, an Unterkon- struktion befestigen, über Bauzeit vorhalten und entfernen	m²	8,43	47,86	23,03	5
04	Folienabhängung (transparente Luftkammer- bzw. Schallschutzfolie) umsetzen / anpassen, an Unterkonstruktion befestigen	m²	6,60	23,25	12,50	5
20 04 00	Beräumung des Geländes von Gefahrstoffen (z.B. Abpumpen von Schlämmen, Auskoffern von Bodenmaterial, Laden von Fässern / Tanks etc.)					
01	zusätzlicher Personaleinsatz Feuerwerker / Sicherheitsmeister	d			434,60 *	
02	Saugwagen für belastete Wässer innerhalb Baufläche einsetzen	h	56,86	166,17	83,62	24
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

20.3 Literatur

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV vom 17.09.1999), Bundesgesetzblatt Nr. 36 vom 16.07.1999, S.1554.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG vom 01.03.1999), Bundesgesetzblatt I 1998.

20.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

Die Kosten der allgemeinen Baustelleneinrichtung sind ausgesprochen standortabhängig und verfahrensspezifisch und werden bestimmt von der Dauer der Sanierungsmaßnahme. Der durchschnittliche Kostenaufwand beträgt 4 - 12 % der Summe aus Kernleistung, verfahrensbegleitenden Leistungen (außer Sanierungsplanung und Baustelleneinrichtung selbst) und Folgeleistungen (nur Wiedereinbau). Bei aufwendigen on-site Bodensanierungen wird aufgrund der längeren Dauer der Maßnahme und der allgemein aufwendigeren Baustelleneinrichtung ein Zuschlag von 20 % auf die Bezugskosten vergeben. Nur 70 % der Bezugskosten werden angesetzt bei off-site Bodenbehandlungen, um die in der Regel damit verbundene verkürzte Sanierungsdauer zu berücksichtigen und bei hydraulischen / pneumatischen Maßnahmen, um den geringeren Baustelleneinrichtungsaufwand zu bewerten.

LEISTUNGSBEREICH 21-00-00 *		BAUSTELLENEINRICHTUNG UND BAUFELDVORBEREITUNG *	
BEZUGSKOSTEN			
$\text{Bezugskosten} = KLi_{(30-00-00 - 74-00-00)} [\text{€}] + \sum_{j=11-00-00}^{j=28-00-00} \text{Kosten MgL} [\text{€}] = \text{_____} [\text{€}]$			
BASISKOSTEN			
Bezugskosten Maßnahme [€]		Variable fB	
< 25.000		0,20	
25.001 – 50.000		0,15	
50.001 – 125.000		0,12	
125.001 – 250.000		0,09	
250.001 – 500.000		0,07	
> 500.000		0,05	
SANIERUNGSTECHNIK			
Art der Maßnahme		Variable fST	
Oberflächenabdichtung Vertikale Abdichtung Mikrobiologie on-site Landschaftsbau / Umlagerung zur Verwertung		1,0	
on-site	chemisch-physikalisch Verfahren (Bodenwäsche) Immobilisierung	1,2	
off-site	mikrobiologische Verfahren chemisch-physikalische Verfahren (Bodenwäsche) thermische Verfahren Umlagerung zur Deponierung	0,7	
pneumatische / hydraulische Maßnahmen		0,7	
sonstige		0,7	
Kosten 21-00-00 = Bezugskosten [€] x fB x fST = _____ €			

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

21.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

- LB 03-00-00 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
- LB 20-00-00 Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
- LB 22-00-00 Arbeits-, Emission- und Immissionsschutzmaßnahmen

LB 30-00-00 bis 35-00-00	Erdarbeiten
LB 40-00-00 bis 47-00-00	Rückbau
LB 50-00-00 bis 54-00-00	Pneumatische und Hydraulische Maßnahmen
LB 55-00-00 bis 59-00-00	Dekontamination von Boden
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 61-00-00	Natural Attenuation
LB 70-00-00 bis 74-00-00	Abdeckung, Abdichtung, Immobilisierung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung
LB 81-00-00	Entsorgung, Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

21 10 00 Baustelleneinrichtung, Baufeldvorbereitung

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
21	11	00	Baulichkeiten auf der Baustelle					
			aufstellen (mit Ausstattung) und beseitigen:					
		01	Baustellenlabor für Sanierungsüberwachung, 12 m²	Stck.	624,84	15.757,99	2.896,93	11
		02	Bauwagen (6 m²)	Stck.			1533,88 *	
		03	(Büro)Container inkl. Ausstattung	Stck.	53,82	33.233,97	1.542,77	162
			15 m²		108,41	33.233,97	x 1,0	
			25 m²		53,82	9.458,90	x 1,3	
			30 m²		528,87	4.997,88	x 1,4	
		04	Container für Probenvorbereitung, Probenlage- rung	Stck.	108,41	2.500,00	931,62	17
		05	Funkanlage für Baustellenkommunikation, mind. 6 Handgeräte	Stck.	0,01	6.718,00	1.297,66	12
		06	Halle	Stck.	#	#	#	0
		07	Sanitärcontainer (12-15 m³)	Stck.	9.406,95	15.479,63	12.524,92	4
		08	Vielzweckkabine	Stck.	#	#	#	0
			vorhalten, warten und betreiben:					
		09	Baulager mit allen Einrichtungen und Hilfsmitteln für ordnungsgemäße Baudurchführung, einschl. Kosten für Betriebsmittel, Reparaturen, Telefon und Fax	Wo	25,00	2.465,78	376,99	19
		10	Bauwagen (6 m²)	Wo			61,36 *	
		11	(Büro)Container inkl. Ausstattung	Wo	2,47	1.147,47	135,63	175
			15 m²	Wo	2,47	1.147,47	x 1,0	
			25 m³	Wo	51,13	538,20	x 1,4	
			30 m²	Wo	26,33	768,00	x 1,5	
		12	Container für Probenvorbereitung, Probenlage	Wo	15,65	55,56	37,14	10
		13	Halle	Wo	#	#	#	0
		14	Vielzweckkabine	Wo	#	#	#	0
		15	Wetterstation mit Datenspeicher und EDV- Schnittstelle liefern, vorhalten, betreiben, entfer- nen	Wo	673,72	1.229,55	865,42	4
		16	(Büro)Container inkl. Ausstattung liefern, aufstel- len, vorhalten, warten und betreiben					
			18 m²	Stck.	3.115,60	10.575,49	6.461,81	10
			36 m²	Stck.	3.998,40	12.650,03	9.073,22	20
		17	Container abbauen, laden und abtransportieren	Stck.	463,63	849,02	607,92	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

21 10 00 Baustelleneinrichtung, Baufeldvorbereitung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	18	Container umsetzen auf Baufeld	Stck.	182,60	519,59	303,60	5
	19	Chemo-Toiletten liefern, vorhalten, betreiben, abbauen	psch.			132,94 *	
21	12	00 Ver- und Entsorgungsanschlüsse auf der Baustelle					
	01	Anschlussstellen / -leitungen herstellen und beseitigen	psch.	80,42	11.487,85	1.120,01	104
		für Trinkwasser (inkl. Wasseruhr)	psch.	80,42	5.009,70	x 1,0	
		für Brauchwasser (Brauchwasserbrunnen 50 m³/h vorhanden)	psch.	229,40	4.901,92	x 1,1	
		für Telefon / Telefax	psch.			x 0,5 *	
		für Druckluft	psch.	#	#	x #	
		für Gas	psch.	#	#	x #	
		für Baustrom (mit Kabel, Verteilerkästen)	psch.	261,42	11.487,85	x 1,3	
	02	Baustromverteilerkasten liefern, installieren und in Betrieb nehmen	Stck.	650,00	690,60	676,53	3
	03	Beantragung Abwassereinleitung bei Stadtwerken inkl. Anschlussgebühren	psch.	94,59	766,94	288,21	5
	04	Beantragung Baustromanschluss bei EVU inkl. Anschlussgebühren	psch.	170,47	766,94	465,63	5
	05	Traggerüste für die Leitungsführung	psch.	#	#	#	0
21	13	00 Bauzäune, Schutzvorrichtungen, Bauschilder, Beleuchtung					
		aufstellen und beseitigen:					
	01	Baustellenabspernung	m	5,11	7,19	6,08	7
	02	Bauzaun als Brettrahmen mit Maschengewebe	m			16,87 *	
	03	Bauzaun als geschlossener Zaun aus Brettern	m	5,38	36,09	15,16	12
	04	Bauzaun Einzelelemente, Stahlrohr/Gitter; h=2 m	m	0,51	65,00	8,02	156
	05	Bauzaun umsetzen	m	0,26	19,20	3,63	96
	06	Sichtschutz in ganzer Höhe des Bauzaunes aus Kunststoffgewebe	m	1,28	59,51	9,97	28
	07	Türen, Tore abschließbar	Stck.	25,56	1.011,08	84,41	63
		Tür (b = 1 m)	Stck.	25,77	409,03	x 1,0	
		Tor (b = 4 m)	Stck.	25,56	1.011,08	x 1,8	
	08	Winterbauschutzzelt	psch.			173,84 *	
		vorhalten:					
	09	Baustellenabspernung	mMt	0,03	0,77	0,36	7
	10	Bauzaun als Brettrahmen mit Maschengewebe	mMt			3,07 *	
	11	Bauzaun als geschlossener Zaun aus Brettern	mMt			4,09 *	
	12	Bauzaun Einzelelemente, Stahlrohr/Gitter; h = 2 m	mMt	0,08	16,80	2,20	22
	13	Bauzaun liefern, aufstellen, vorhalten, unterhalten und entfernen	mMt	0,50	7,40	3,95	2
	14	Schuttabwurf-schacht, Hosenrohre (h = 10 m)	mMt			23,01 *	
	15	Winterbauschutzzelt	Mt			17,90 *	
		aufstellen, vorhalten und beseitigen:					
	16	Bauzaun als geschlossener Zaun aus Brettern; h = 2 m	m	10,52	44,10	34,06	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

21 10 00 Baustelleneinrichtung, Baufeldvorbereitung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	17	Bauzaun Einzelelemente, Stahlrohr/Gitter; h = 2 m	m	1,09	34,36	9,88	34
	18	Bauzaun versetzbar (durchgängig geschlossen)	Wo	30,54	824,50	302,71	20
	19	Baustellenschild / -tafel, Informationskasten	Stck.	256,71	9.203,25	1.849,23	122
	20	Baustellenschild umsetzen	Stck.	28,41	1.380,49	486,42	43
	21	Beleuchtungsanlage mobil für Parkplatz, Aushub- bereiche etc. einrichten und vorhalten	psch.	1,00	34.767,85	1.738,94	57
		Beleuchtung betreiben und umsetzen	d	4,57	1.789,52	51,96	35
	22	Bodenverankerung aus V2A liefern und aufbauen (inkl. Bohrarbeiten und Dübel)	Stck.	6,00	32,04	14,14	5
	23	Fahrzeug-Waage errichten, betreiben und besei- tigen	psch	19.486,76	34.745,10	27.416,19	4
	24	LKW-Waage liefern, einrichten, vorhalten, betrei- ben und demontieren, inkl. Personal	Mt	470,56	4.836,26	1.772,09	19
	25	Provisorische Briefkästen für die Anwohner lie- fern, im Bereich des Baubüros aufstellen, vorhal- ten und wieder entfernen	Stck.	119,65	746,02	292,83	5
	26	Trassierband/ Flatterband rot-weiss	m	0,06	0,51	0,28	11
	27	Türen, Tore abschließbar (Breite > 4 m)	Stck.	76,69	969,71	361,50	16
	28	Warntafel liefern, aufstellen, entfernen	Stck.	19,28	52,15	29,61	4
	29	Winterbauheizanlage liefern, vorhalten, entfernen (elektrisch; 9 kW/h)	Stck.	1.367,53	24.695,18	11.097,02	5
		betreiben	h			6,65 *	
21	14	00 Rodungsarbeiten, Schutzmaßnahmen für Pflanzen					
	01	Bewuchs roden und entsorgen (keine Baumfällar- beiten)	m²	0,13	49,60	1,47	63
	02	Gras- / Krautbewuchs, Hochstauden (bis 2 m Höhe) roden, zerkleinern und entsorgen; Wurzel- werk verbleibt im Boden	m²	0,25	14,57	2,18	28
	03	Sträucher roden inkl. Wurzelwerk, abtransportie- ren, entsorgen	Stck.	5,11	263,30	22,41	64
		Höhe:					
		< 100 cm		5,11	90,34	x 1,0	
		100-200 cm		5,11	94,79	x 1,3	
		> 200 cm		6,85	263,30	x 1,4	
	04	Geschlossenen Gehölzbestand fällen (Wuchshö- he bis 20 m), Wurzelstöcke verbleiben im Boden, inkl. Abtransport des Materials	m²	2,11	49,80	19,49	10
	05	Bäume fällen; Wurzelstock roden, zerkleinern, abtransportieren	Stck.	1,01	1.311,46	85,04	256
		Stammdurchmesser:					
		0,1-0,3 m	Stck.	1,01	168,00	x 0,5	
		0,3-0,5 m	Stck.	16,31	562,42	x 1,0	
		0,5-1,0 m	Stck.	23,75	968,90	x 1,1	
		1,0-2,0 m	Stck.	53,86	1.311,46	x 4,0	
		2,0-6,0 m	Stck.	#	#	x #	
	06	Aussortieren von Wurzelwerk	t	2,61	92,20	39,97	19
	07	Wurzelstock roden und häckseln	Stck.	0,01	210,00	18,60	30
	08	Wurzelstock roden und entsorgen, Stamm- durchmesser bis 0,60 m	Stck.	7,19	433,29	44,03	47
	09	Wurzelstöcke während des Aushubes roden, verladen, transportieren und entsorgen (SAV)	m²	0,64	49,80	17,04	10
	10	Bäume umpflanzen und im Baustellenbereich seitlich einschlagen, nach Abschluss der Bauar- beiten wieder fachgerecht einpflanzen	Stck.	20,36	462,84	188,48	11
	11	Beschädigte / störende Äste absägen inkl. Wund- abschluss und Entsorgung des Materials	Stck.	46,50	136,75	98,30	5
	12	Schutzzaun für Vegetationsflächen; PE	m			10,23 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

21 10 00 Baustelleneinrichtung, Baufeldvorbereitung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	13	Stammschutz für Bäume nach DIN 18920 Durchmesser: d < 10 cm d > 10 cm	Stck.	15,34	315,98	61,31	93
	14	Schutz des Wurzelbereichs nach DIN 18920 (Rollkies + Bohlenlage)	m²	12,60	34,73	21,18	6
	15	Wurzelvorhang nach DIN 18920 erstellen einschl. aller Materialien und Rückbau	lfm	93,00	164,37	128,03	5
	21 15 00	Sicherung von Messstellen, Grenzsteinen etc.					
	01	Grundwassermessstellen im Baufeld sichern und erhalten, Herstellen einer geeigneten Schutzum- mantelung	Stck.	62,02	1.121,77	214,79	29
	02	Vermessungspunkte und Grenzsteine sichern	Stck.	5,00	332,36	98,65	14
	03	Grenzsteine zwischengelagert aufnehmen und neu setzen; nach Angaben eines amtlich bestell- ten Vermessers	Stck.	5,00	442,54	192,20	11
	21 16 00	Baustraßen, Flächen					
	01	Planum für Baustraße herstellen und verdichten	m²	0,21	1,26	0,64	12
	02	Geotextil Filter- / Trennflies liefern und unter Baustraße verlegen	m²	0,57	2,53	1,31	38
	03	Gewebematte PH 60, Geotextilrobustheitsklasse 5	m²	2,11	2,77	2,47	4
	04	Baustraße aus Kies/Schotter erstellen Gesamtfläche: 0 - 500 m² 501 - 5000 m² > 5000 m²	m²	0,15	63,20	11,02	97
	05	Baustrasse anlegen, unterhalten und beseitigen, Breite bis 7 m, RC-Material, Mineralbeton, natürliches Material	m	1,65	380,00	35,34	54
	06	Baustraße oder Arbeitsplanum aus Mineralbeton herstellen	t	12,78	84,01	31,96	5
	07	Baustraße aus festen Bauteilen (Baggermatrat- zen, Stahlbleche, Betonfertigteilen) herstellen und rückbauen	m²	6,17	47,06	18,42	6
	08	Stellfläche für min. 3 Kfz herstellen, inkl. Anbin- dung an öffentliches bzw. Baustrassennetz	psch.	0,01	1.542,45	789,34	11
	09	Befeuchten aller in Betrieb befindlichen Baustras- sen, Zwischenlager und Aushubbereiche	psch.	225,12	37.873,82	3.756,86	35
	10	Reinigen von Verkehrsflächen der Baustelle und Zufahrtsstrassen/ mitbenutzter Verkehrsflächen	psch.	525,62	23.748,84	4.741,15	41
	11	Reinigung vom AN benutzter öffentlicher Straßen	d	1,39	372,34	72,68	28
	12	Bedarfsmäßige Reinigung der Zufahrtsstrasse	m²	0,12	0,50	0,23	8
	21 17 00	Verkehrssicherung von Arbeits- / Baustellen					
	01	Setzen von Betonhochborden zur Sicherung eines Grundstückes	m	16,36	22,82	19,76	3
	02	Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen liefern, installieren, umsetzen, vorhalten, entfer- nen	psch.	10,00	10.256,48	1.024,86	60
	03	Verkehrssicherung einrichten, vorhalten, betrei- ben und umbauen	Wo	5,46	286,32	51,42	19
	04	Verkehrssicherung abbauen	psch.	34,09	1.431,61	558,44	19
	05	Verkehrsrechtliche Anordnungen zur Verkehrsfüh- rung, -regelung, -sicherung und Sondernutzungen beantragen	psch.	78,13	1.571,01	456,87	16
	06	Ampelanlage bestehend aus 4 Ampeln anliefern, aufbauen, vorhalten, betreiben, entfernen	psch.	2.766,80	96.559,56	24.329,39	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

21 10 00 Baustelleneinrichtung, Baufeldvorbereitung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	07	Lichtzeichenanlage, automat. Steuerung, liefern, installieren, entfernen	d	95,00	326,21	225,59	8
	08	Warnleuchte	Stck.	1,02	101,24	41,87	5
	09	Verkehrszeichen nach Angabe des AG, nach StVO und RAL-Gütegemeinschaft Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen e.V. liefern, installieren, entfernen	Stck.	3,58	28,12	22,03	20
		Gefahrzeichen		3,58	28,12	x 1,0	
		Vorschriftzeichen		3,58	28,12	x 1,0	
		Richtzeichen		3,58	28,12	x 1,0	
		Zusatzschild		3,58	28,12	x 1,0	
		Verkehrseinrichtung		#	#	x #	
		Wegweiser		#	#	x #	
	10	Rohrpfosten	Stck.	#	#	#	0
	11	Rohrständer	Stck.	#	#	#	0
	12	Fußgängerumleitung als überdachte Holzkonstruktion herstellen, vorhalten, entfernen	m			148,27 *	
	13	Recycling-Leitelement zur Abtrennung des Fußgängerweges liefern, installieren, entfernen	Stck.	34,96	180,82	86,34	20
		Baulänge:					
		1 m		43,74	132,97	x 1,0	
		0,75 m		37,89	125,11	x 0,9	
		0,5 m		34,96	96,05	x 0,7	
		Anfangs- und Endelement (1 m)		96,12	180,82	x 1,5	
	14	Baugrubenabdeckung befahrbar, ca. 4 m Nutzbreite, Verkehrslasten bis 300 kN, herstellen, vorhalten und wieder ausbauen	m²	19,17	259,93	92,50	7
	15	Behelfsbrücke aus Holz	m²	65,45	204,52	128,63	6
		für Fußgänger (b = 1,3 m)		65,45	204,52	x 1,0	
		für Kfz bis 10 t (b = 2,5 m)				x 2,0 *	
	16	Behelfsbrücke für Fußgänger herstellen, vorhalten, warten und entfernen	Stck.	278,72	3.599,34	618,33	20
		Spannweite max. 3 m		278,72	1.555,12	x 1,0	
		Spannweite max. 6 m		448,17	2.044,22	x 1,8	
		Zulage für staubdichte Ausführung im Schwarzbereich		416,70	3.599,34	x 2,2	
	17	Behelfstreppe aus Holz, h = 2,5 m; herstellen, vorhalten, warten und entfernen	Stck.	243,54	1.557,80	923,44	5
	18	Schutzgeländer mit Handlauf (Holz)	m	13,00	61,14	40,59	5
21	18	00 Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen					
	01	Schallschutz für die Grundwassersanierungsanlage (nachts max. 45 dB(A) in 30 m Entfernung)					
		liefern, aufbauen,	Stck.	534,30	1.482,75	893,30	4
		abbauen, abtransportieren					
		vorhalten, betreiben, warten	d	2,45	6,87	4,42	4
	02	Schwingungsmesser	Stck.	#	#	#	0
	03	Aufzeichnungsgerät für Schwingungsmessungen	Stck.	#	#	#	0
	04	Warneinrichtung zur Erschütterungskontrolle	Stck.	#	#	#	0
	05	Erschütterungsmessung an 3 Messpunkten (Schwingungsmesser), Auswertung	psch.	1.667,32	4.446,02	2.971,52	7
	06	Setzungsmessung	psch.	640,00	2.242,50	1.165,56	6
21	19	00 Baustellenentrümpelung					
	01	Altreifen auf dem gesamten Gelände einsammeln und zum bereitgestellten Container transportieren	Stck.	2,05	2,05	2,05	1
	02	Abfälle, Rest- und Störstoffe aus beweglichen Ablagerungen sowie Gerümpel auf der Oberfläche nach Sorten getrennt in bereitgestellte Container füllen	m²	0,23	3,00	0,70	8

LB-AF Nr. Leistungsbereich

21 10 00 Baustelleneinrichtung, Baufeldvorbereitung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Beräumung des Geländes von Siedlungsabfällen und Hausmüll, Transport zu bereitgestellten Containern	t	2,21	504,65	86,69	21
04	Freimachen des Baufeldes von untergeordneten Bauwerken (Grenzmauern, Gartenlauben, Bauschutt, Steinen)	t	9,59	222,00	56,96	15
05	Carport beschädigungsfrei demontieren, seitwärts zwischenlagern und fachgerecht wiederaufbauen (20 m²)	psch.	201,25	4.480,47	1.401,24	14
06	Aufnahme von Ausstattungen, Wirtschaftsgegenständen Verkehrseinrichtungen (Schilder, Maste, Kübel, Fahrradständer etc.)	Stck.			53,69 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

LB-AF Nr. Leistungsbereich

21 20 00 Bau- und Bestandsvermessung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
21 21 00	Vermessung					
01	Urgeländeaufnahme einschl. Straßenbegrenzungen, vorh. Bauwerke, Schächte, Leitungen, Zäune, Baugruben, vorh. Mieten etc.	m ²	0,01	0,62	0,08	29
	ohne Raster		0,01	0,28	x 1,0	
	mit Raster 10 x 10 m		0,04	0,62	x 1,6	
02	Tachymetrieaufnahme für Oberflächenabdichtung (Raster 5 x 5 m)	m ²	0,06	0,35	0,12	56
	Planum		0,06	0,25	x 1,0	
	Dichtungsschicht		0,07	0,19	x 0,9	
	Asphalttragschicht		0,06	0,25	x 1,0	
	Asphaltdichtungsschicht		0,06	0,25	x 1,0	
	Entwässerungsschicht		0,06	0,35	x 1,1	
	Drainagematte		0,06	0,19	x 0,9	
	Abdeckung		0,06	0,24	x 1,2	
03	Einmessen und Markieren von Aushub- / Sanierungsbereichen	m ²	0,01	1,68	0,82	8
04	Aufmaß von Aushubbereichen	m ³	0,61	2,48	1,23	6
05	Einzelpunktmessungen zur Dokumentation / Kartierung qualitätsrelevanter Kontrollprüfungen	Stck.	1,56	32,46	10,82	9
21 22 00	Beweissicherung, Bestandsaufnahme					
01	Dokumentation zu erhaltender Gebäude, pauschal pro Gebäude	Stck.	2.812,11	2.812,11	2.812,11	1
02	Einfügen von Gipsmarken an vorhandenen Rissen der Nachbargebäude	psch.	63,35	63,35	63,35	1
03	Beweissicherung im Umfeld des gesamten Baufeldes (Dokumentation vor, während und nach Bauarbeiten; Fotodokumentation)	psch.	164,00	1.531,83	670,88	12
04	Abschlussdokumentation sämtlicher Arbeiten als Qualitätssicherungsdokumentation	psch.	1.060,93	3.949,73	2.313,29	6
05	Bestandspläne über neu gebaute Strasse in detaillierter 3-facher Ausführung anfertigen	psch.	285,64	2.556,46	1.194,97	11
06	Bestandspläne über ausgekofferte Sanierungsbe- reiche anfertigen	psch.	527,99	8.042,62	2.050,75	11
07	Bestandspläne über ausgebohrte Sanierungsbe- reiche anfertigen	psch.	527,99	2.300,81	1.155,45	11
21 23 00	Absteckung, Höhenfestpunkte					
01	Übertragen der Koordinaten eines Bohr-/ Aushub- rasters in die Örtlichkeit	psch.	173,84	20.899,70	1.865,94	22
02	Vermessung und eindeutige Markierung zu de- kontaminierender Bereiche, je Bereich	Stck.	219,86	1.278,23	517,95	11
03	Höhenfestpunkte herstellen, inkl. Dokumentation	Stck.	56,24	433,06	219,45	11
04	Grenzmarkierungen sichern, bzw. aufnehmen und neu setzen	Stck.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden						
* Daten aus LB 1997 / 1998						

22 **Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen**

22.1 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz für Arbeiten in kontaminierten Bereichen

22.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Für Arbeiten in kontaminierten Bereichen sind wegen der bei diesen Arbeiten auftretenden besonderen Gefahren besondere Schutzmaßnahmen nach Maßgabe der berufgenossenschaftlichen Richtlinien (BGR 128) vorzusehen. Auf der Grundlage der Gefährdungsabschätzung aus Voruntersuchungen (z.B. Orientierende / Detailuntersuchung) ist durch den Auftraggeber ein Arbeits- und Sicherheitsplan zu erstellen. Aufbau und Umfang dieses A+S-Planes werden im Leistungsbereich 03-00-00 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination“ beschrieben.

Zusätzliche Hinweise können den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 524 „Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ entnommen werden. Die TRGS 524 beschreibt in Form einer Rahmenrichtlinie die wesentlichen Grundvorstellungen für technische, organisatorische und personenbezogene Sicherheitsanforderungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen. Sie gibt Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung von Gefahrstoffen sowie zur Festlegung von Schutzmaßnahmen entsprechend der Sicherheitsgrundsätze. Für detailliertere Festlegungen zum Arbeitsschutz wird auf weitere TRGS (TRGS 555, TRGS 440) sowie auf berufgenossenschaftliche Vorschriften (insbesondere BGR 128) verwiesen.

Als Arbeiten in kontaminierten Bereichen gelten z. B. gemäß BGR 128

- *die Instandsetzung oder der nachträgliche Einbau von Sickerwasserfassungen und –leitungen, von Gasfassungen und anderen baulichen Anlagen auf Deponien,*
- *die nachträgliche Abdichtung bzw. Einkapselung von Deponien,*
- *Bauarbeiten (und auch Abbrucharbeiten) auf industriell oder gewerblich genutztem oder ehemals genutztem Gelände, auf dem mit dem Vorhandensein von Gefahrstoffen und kontaminierten Bereichen (...) oder noch unbekannten Gefahrstoffbelastungen (...) gerechnet werden muss,*
- *die Sanierung von kontaminierten Böden und Gewässern,*
- *die Sanierung von baulichen Anlagen, die durch Gefahrstoffe aus Produktions-, Industrieanlagen oder Gewerbebetrieben (auch gewerbeähnlichen Betrieben) kontaminiert sind,*
- *die Bearbeitung von Gefahrstoffkonzentraten in flüssigem, pastösem oder festem Zustand,*
- *die Umlagerung und Aufarbeitung von Deponiegut sowie sonstige Eingriffe in den Deponiekörper,*
- *Maßnahmen zur Brandschadensanierung.*

Die im A+S-Plan beschriebenen Schutzmaßnahmen sind mit den zuständigen Arbeitsschutzbehörden, Berufsgenossenschaften und Fachplanern abzustimmen und fortlaufend an den Bauablauf anzupassen. Die Schutzmaßnahmen sind im Leistungsverzeichnis genau zu beschreiben. Organisatorische Schutzmaßnahmen, die den Bauablauf wesentlich beeinflussen können, sind in den Vorbemerkungen zu erläutern. Daher ist es notwendig, den A+S-Plan als Anlage dem Leistungsverzeichnis beizufügen.

Der Auftragnehmer ist verpflichtet, die im A+S-Plan beschriebenen Schutzmaßnahmen zu prüfen und ggf. den Auftraggeber auf vorhandene Mängel, Unstimmigkeiten oder das Erfordernis weiterer Untersuchungen hinzu-

weisen. Die Pflichten des Auftragnehmers nach der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die Aufstellung von arbeitsbereich- und stoffbezogenen Betriebsanweisungen (§ 20) und die darauf basierende Unterweisung ebenso wie die allgemeine Verantwortung und Haftung des Unternehmers (= Arbeitgebers) gegenüber seinen Arbeitnehmern bleiben von den Festlegungen im A+S-Plan unberührt. Arbeiten in kontaminierten Bereichen müssen von einem fachlich geeigneten Bauleiter geleitet werden. Die Aufsicht über Arbeiten in kontaminierten Bereichen ist einer Person zu übertragen, die ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen besitzt.

Werden die Arbeiten auf der Baustelle von mehr als einem Unternehmen ausgeführt, ist vom Bauherrn ein Koordinator (gem. BGR 128) zu bestellen und mit Weisungsbefugnis gegenüber allen auf der Baustelle tätigen Personen auszustatten. Geeignet für die Funktion des Koordinators nach BGR 128 sind Personen, die die Sachkunde nach Abschnitt 5.2 BGR 128 nachweisen können. Werden die Arbeiten von nur einem Unternehmen ausgeführt, ist kein Koordinator notwendig, sondern ein Vertreter des ausführenden Unternehmens muss den Nachweis der Sachkunde nach BGR 128 führen (s. Abschnitt 6.1 BGR 128). Sollten ausschließlich Arbeiten durchgeführt werden, bei denen Gefährdungen durch Gebäudeschadstoffe verursacht werden (z. B. PCB-Sanierung, Entfernen PAK-haltiger Parkettkleber, Arbeiten mit holzschutzmittelbelasteten Hölzern) ist der Nachweis der Sachkunde nach BGR 128 Anhang 6b ausreichend. Für alle anderen Arbeiten ist die Sachkunde nach BGR 128 Anhang 6a zwingend.

Maßnahmen zum Arbeitsschutz umfassen technische, organisatorische und personenbezogene Maßnahmen. Dazu zählen technische Ausstattungen von Geräten und Maschinen, besondere Baustelleneinrichtungen, Körper- und Atemschutzmaßnahmen sowie Arbeitszeitregelungen. In Abhängigkeit von der Umgebungsnutzung sind zusätzliche Maßnahmen zum Nachbarschafts- und Umweltschutz zu ergänzen.

In der folgenden Übersicht werden exemplarisch wesentliche Inhalte des A+S-Planes bezüglich des organisatorischen, technischen und personenbezogenen Arbeitsschutzes aufgeführt.

Organisatorische Schutzmaßnahmen	Technische Schutzmaßnahmen	Persönliche Schutzausrüstungen
- Einteilung in Schutzzonen (Schwarz-Weiß-Bereiche) - Festlegung der Schutzmaßnahmen gem. Schutzzonen-Einteilung - Begleitendes Gefahrstoffmessprogramm zur Arbeitsplatzüberwachung - Festlegung der Schwellenwerte für den Einsatz zusätzlicher Schutzmaßnahmen beim Auftreten von Gefahrstoffen - Erstellen von Betriebsanweisungen - Allgemeine Verhaltensregeln - Besondere Verhaltensregeln für den Gefahrfall - Baustelleneinrichtung - Benutzung der Dekontaminations-einrichtungen und -anlagen - Wartung und Pflege der PSA - Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	- Definition der Anforderungen an Geräte, Maschinen, Fahrzeuge - Definition der Anforderungen an Bewetterungsmaßnahmen	- Schutzausrüstung unabhängig von der Schutzzoneneinteilung - Schutzausrüstung entsprechend Schutzzonen-Einteilung - Festlegung der Intervalle von Unterweisungen und ggf. Übungen

Für die Aufbereitung kontaminierter mineralischer Baustoffe in Brecher- und Siebanlagen sind besondere Schutzmaßnahmen vorzusehen. Wie alle Maschinen und Fahrzeuge, die in kontaminierten Bereichen eingesetzt werden, sind auch die Maschinen zur Beschickung der Aufbereitungsanlagen grundsätzlich mit einer (Überdruck-) Fahrerkabine, Klimaanlage und Umluftfilter gemäß BG-Information 581 auszustatten. Die Aufbereitungsaggregate (Brecher, Siebanlagen) sind zur Staubbeseitigung mit einer kontinuierlichen Wasserbedüsung auszustatten. Ebenso ist bei der Zwischenlagerung eine sichere Abdeckung oder kontinuierliche Befeuchtung des Materials sicherzustellen. Zur Zerkleinerung von kontaminiertem Bauschutt sollten vorzugsweise Backenbrecher eingesetzt werden. Prallmühlen führen zur einer stärkeren Staubentwicklung und damit zu einer erhöhten Gesundheitsgefährdung.

Hinweise zu den erforderlichen Schutzmaßnahmen beim Recycling von teerhaltigem Straßenaufbruch sowie beim Rückbau sonstiger teerhaltiger Materialien (Dachbahn, Beschichtungen, Bahnschwellen, Isolierungen etc.) gibt die TRGS 551 „Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material“.

Beim thermischen Trennen von Stahlbauteilen besteht insbesondere bei der Bearbeitung unbekannt beschichteter Stahlteile die Gefahr von Dioxinfreisetzung. In der TRGS 557 „Dioxine“ werden die Anforderungen an den Arbeitsschutz bei Brennschneidarbeiten formuliert. Spezielle und ausführliche Informationen sind der Handlungsanleitung „Schutzmaßnahmen beim Brennschneiden“ der Norddeutschen Metallberufsgenossenschaft zu entnehmen.

Zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Gefährdungseigenschaften der in Kontaminationsbereichen anzutreffenden Stoffe werden in der folgenden Übersicht vier exemplarische Arbeitsschutzkategorien definiert (aus Bracke, 1995; erweitert n. Bartels-Langweige & Hirschberger, 1989). Die einzelnen Kategorien beschreiben beispielhaft Maßnahmen, die den Gesundheitsschutz auf der Baustelle gewährleisten sollen. Der Umfang der erforderlichen Schutzmaßnahmen kann mit Hilfe dieser Übersicht grob abgeschätzt werden.

Arbeits- schutzkategorie	Sicherheitsanforderungen (n. TBG)		Verfahrensanforderungen		
	Mensch	Maschine + Baustelle	Lösen, Laden + Zwischenlagern	Transport	Abladen + Einbauen
I. Geringe Gefährdung	Schutzkleidung (BGR 189) Kopfschutz (BGR 193) Fußschutz (BGR 191) Handschutz (BGR 195) Gesichtsschutz (BGR 192) Hautschutz (BGR 197) Messtechnische Überwachung Brand- bekämpfungsmittel keine Alleinarbeit	Unterteilung der Baustelle in Sicher- heitszonen Schwarz-Weiß- Anlage (Dekontami- nations-Schleusen) Sanitätseinrichtun- gen Warnzeichen Reinigung durch Abspritzen	kleinflächiges Aufnehmen Abdecken des Aushub oder Aufbruchbe- reichs bzw. Zwischenlagers Staubemissionen durch Befeuch- ten o.ä. verhin- dern ggf. Absaugen der Gefahrstoffe	offener Baustel- lentransport Trennen der Baustraße vom kontaminierten Bereich Fahrzeugreini- gungsanlage ggf. abgedeckte Transportbehäl- ter für den Stra- ßentransport	Grundwasser- schutz Entwässerung von wasserhalti- gen bindig-plasti- schen Böden kleinflächiges Einlagern in Mieten oder Kassetten sofortiges Ab- decken zur Ver- meidung gas- oder staubförm- iger Emissionen
II. Mittlere Gefährdung	zusätzlich: Atemschutz (BGR 190) Arbeitszeitregelung wg. Tragezeitbe- schränkung von Atemschutz Feuerverbot Schutzräume Schnellanalyse- Messgeräte (kontin. Überwachung der unteren Explosions- grenze) bei Bedarf Extra- schutzkleidung evtl. Kampfmittel- räumdienst	zusätzlich: Fahrer(überdruck)- kabinen mit Filteran- lagen (Aktivkohle- Einheit) (BGI 581) Sicherheitsglas explosionsschutz- te Geräte funkensichere Werk- zeuge Technische Lüftung Bergegeräte	zusätzlich: geringe mecha- nische Bean- spruchung d. Untergrundes schonendes Aufnehmen (Kunststoff- schutzzei- nrichtung für Greif- werkzeuge) Zwischenlage- rung in ge- schlossenen Containern / Gebäuden mit Abluftreinigung	zusätzlich: Baustellentrans- port mittels abgedeckter Förderbänder Siloanlage/ Umfüllstation hochdruck-feste Container für den Straßentrans- port	zusätzlich: Aufbringen geringer Verdich- terenergien
III. Schwere Gefährdung	zusätzlich: Vollschutz-Anzüge umgebungsluft- unabhängige Atem- schutzgeräte Arbeitszeitregelung wg. Tragezeitbe- schränkung von Atemschutz Arbeiten in Klein- gruppen	zusätzlich: Fahrerkabinen mit Fremdluftversorgung (BGI 581) Abgasführung und -reinigung bei ein- gehauster Baustelle Rettungsfahrzeuge	zusätzlich: schichtweises Abtragen Einrichtung eingehauster Baustellen, Ladestationen bzw. Verfesti- gungsanlagen	zusätzlich: Verfestigung des Materials Umladestation an der Baustel- lenausfahrt	zusätzlich: Abladen / Einbau am Ablagerungs- ort abh. von Betriebsart der Deponie oder von der Reini- gungstechnolo- gie Einlagerung in stapelbaren Behältnissen in SMD oder UTD
IV. Sehr schwere Gefährdung	zusätzlich: Spezienschutzanzü- ge	zusätzlich: fernbediente Geräte	zusätzlich: sofortiges Einfül- len in geschlos- sene, staubdicht schließende Transportbehäl- ter	zusätzlich: Transport in geschlossenen Behältnissen auf der Baustelle	

22.1.2 Kostenermittlung

22.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Reifenwaschanlage, Schwarz-Weiß-Anlage, Dekontaminationsanlage, Einhausung mit Abluftreinigung	einrichten und räumen vorhalten und betreiben	psch. Wo d
Bewetterungsanlage	einrichten und räumen vor- und unterhalten betreiben	psch. Wo h d
Löscheinrichtung bereitstellen, vorhalten und räumen		psch.
Einhausung des Arbeitsbereiches	einrichten und räumen vorhalten und betreiben	psch. Wo d

Das Kostenmodul des Leistungsbereiches "Arbeits- und Emissionsschutz" berücksichtigt die stationären Arbeitsschutzeinrichtungen, hierbei insbesondere die Einrichtung und den Betrieb von Schwarz/Weiß-Anlagen für das Personal mit Schleusen zur Dekontamination von Schutzausrüstungen, Stiefelwaschanlagen sowie Fahrzeug- und Reifenwaschanlagen. Eingeschlossen in die überschlägige Kostenfunktion sind die Sammlung und Behandlung von schadstoffbelasteten Waschwässern.

Schwarz-Weiß-Anlagen mit Personenschleuse und Stiefelwaschanlage sind bei den meisten Sanierungsmaßnahmen als gesonderte Leistungsposition erforderlich. Fahrzeug- und Reifenwaschanlagen werden bei der überschlägigen Kalkulation von Oberflächenabdichtungen, vertikalen Abdichtungen, on-site Immobilisierungen, Umlagerungen auf Deponien und off-site Dekontaminationsmaßnahmen aufgrund des LKW-Verkehrsaufkommens zwischen Schwarz- und Weiß-Bereich berücksichtigt. Der Aufwand für stationäre Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen auf der Baustelle lässt sich in Relation zu den Bezugskosten für die Kernleistung setzen.

LEISTUNGSBEREICH 22-00-00	ARBEITS-, EMISSIONS- UND IMMISSIONSSCHUTZ (stationär)	
BASISKOSTEN		
Bezugskosten = KLi [€] = _____ [€]		
SCHWARZ / WEIß - ANLAGE (einschl. Personenschleuse + Stiefelwaschanlage)		
Kostenspanne [%]	Variable fSW	
0,1-3,8	0,006	
FAHRZEUGREINIGUNG (Fahrzeug- und Reifenwaschplatz)		
Sanierungstechnik	Kostenspanne [%]	Variable fKfZ
Oberflächenabdichtung Vertikale Abdichtung Dekontamination off-site Immobilisierung on-site Umlagerung zur Deponierung / Verwertung	0,12-2,6	0,01
sonstige	-	0

LEISTUNGSBEREICH 22-00-00		ARBEITS-, EMISSIONS- UND IMMISSIONSSCHUTZ (stationär)	
EINHAUSUNG			
Sanierungstechnik	Arbeitsschutzkategorie	Variable fE	
Dekontamination on-site Dekontamination off-site Immobilisierung on-site	I und II	0,047	
Umlagerung zur Deponierung / Verwertung	III		
Landschaftsbau, sonstige	IV		
Kosten LB 22-00-00 = Bezugskosten [€] x (fSW + fKfZ) + Kosten LB 30-00-00 [€] x fE = _____ €			

22.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	umwelttechnische Felduntersuchungen und Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 30-00-00	Bodenaushub, Separierung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
22	11	00	Baustelleneinrichtung					
		01	Absperrung aus Signalband liefern und herstellen	m	0,31	0,31	0,31	1
		02	Abwasser mit Tankwagen zu einer Sammelstelle abfahren	m³	30,93	766,94	183,52	11
		03	Absetzbecken (V = mind. 7 m³) zur Entschlammung des Wassers vom Waschplatz liefern, aufstellen, vorhalten und wiederentfernen; inkl. Abdeckung und aller Anschlussteile und Ableitung des trübstofffreien Wassers	Stck.	76,69	920,33	502,40	5
		04	Absetzbecken (V = mind. 7 m³) zur Entschlammung des Wassers vom Waschplatz betreiben und warten; inkl. Einlagerung des Absetzschlammes und Schlussreinigung	Wo	17,38	143,16	89,52	5
		05	Abwasserbehälter zur Sammlung der kontaminierten Wässer aus der Schwarz-Weiß-Anlage und den Dekontaminationseinrichtungen liefern, aufstellen, vorhalten und entfernen; inkl. Reinigung, evtl. mit Frostsicherung	Stck.	73,62	13.071,00	1.344,44	47

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
06	Abwasserbehälter zur Sammlung der kontaminierten Wässer aus der Schwarz-Weiß-Anlage und den Dekontaminationseinrichtungen aufstellen, vorhalten und wieder entfernen	Wo	4,50	1.020,00	33,80	26
	ohne Entsorgung der Abwässer		4,50	75,00	x 1,0	
	inkl. Entsorgung der Abwässer		5,00	1.020,00	x 5,0	
07	Abwasserreinigungsanlage für die Reinigung des kontaminierten Wassers errichten und wieder entfernen, einschl. Verbindung zur Vorflut	Stck.	#	#	#	0
08	Abwasserreinigungsanlage (Aktivkohlefilter) für die Reinigung des kontaminierten Wassers errichten, vorhalten und wieder entfernen, einschl. Vorlagebehälter, Sandfang, Aktivkohlefilter, Behälter für gereinigtes Abwasser	Wo	1.780,00	6.800,00	4.635,00	4
09	Abwasserreinigungsanlage (Aktivkohlefilter; Durchsatz max. 15 m³/h) für die Reinigung des kontaminierten Wassers errichten, vorhalten, betreiben, warten und wieder entfernen einschl. Verbindung zur Vorflut, Anschlüsse, Nebenleistungen	Stck.	7.747,35	57.379,30	28.957,50	5
10	Behälter für benutzte Atemfilter aufstellen und wieder entfernen	Stck.	27,79	500,00	173,62	13
11	Behälter (0,2 m³) für benutzte Atemfilter aufstellen, vorhalten, entfernen	Stck.	10,00	1.367,53	204,46	16
12	Behälter für benutzte Atemfilter / kontaminierte Einwegschutzkleidung umsetzen	Stck.	9,88	51,90	37,51	10
13	Behälter für benutzte Atemfilter vorhalten	Wo	0,44	150,00	41,06	13
14	Behälter mit Deckel für kontaminierte Einweg-Schutzkleidung (und Abfälle) aufstellen, vorhalten und entfernen, inkl. Entsorgung	Stck.	0,50	1.500,00	267,47	36
15	Behälter mit Deckel oder geschlossener Container (V = 7 m³) für kontaminierte Einweg-Schutzkleidung (und Abfälle) vorhalten und betreiben <u>einschl. Entsorgung</u>	Wo	0,01	175,00	33,98	23
16	Behälter für benutzte Einwegschutzkleidung, Filter und Einweg-Überschuhe mit Deckel aufstellen und entfernen (einschl. Vorhaltung)	Stck.	10,00	2.155,20	156,11	50
17	Container zur Aufbewahrung von Arbeitsgeräten, die im Kontaminationsbereich benutzt wurden, einrichten, vorhalten und räumen	Stck.	53,82	1.086,50	494,51	11
18	Dekontaminationsanlage für Arbeitsgeräte, Werkzeuge liefern, einrichten und räumen	Wo	#	#	#	0
19	Dekontaminationsanlage für Arbeitsgeräte, Werkzeuge warten und betreiben	Wo	#	#	#	0
20	Dekontaminationsanlage für Vollschutzanzüge, Masken etc.; einrichten und räumen	Stck.			6340,00 *	
21	Dekontaminationsanlage für Vollschutzanzüge, Masken vorhalten bzw. warten und betreiben	Wo			614,00 *	
22	(Besonderes) Erste-Hilfe-Material inkl. Augenduschen (über die Grundausstattung hinausgehend) für die Dauer und Erfordernisse der Baustelle nach Angaben des AG (A+S-Plan lt. Anlage) vorhalten	psch.	39,20	584,90	191,42	33
23	Erste Hilfe-Ausrüstung und techn. Einrichtungen Brandschutz liefern und vorhalten; Erstellung Notfallplan	psch.	177,15	951,00	457,86	3
24	Fahrzeug- und Gerätereinigungsplatz mit Auffangwanne und Absetzbecken einschl. Zufahrtsrampen und Waschplatz betriebsbereit liefern, aufstellen, betreiben, vorhalten und wieder abtransportieren (inkl. aller Arbeiten, Schmutzwasser entsorgen)	Stck.	709,07	8.305,59	5.175,26	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
25	Fahrzeug- und Gerätereinigungsanlage (ca 5 x 20 m) als Becken oder Wanne herstellen, vorhalten, betreiben und wieder zurückbauen (inkl. aller Erdarbeiten, Anschlüssen; Abdichtung mittels wasserundurchl. Folie; Entsorgung von Schmutzwasser/ Schlamm)	Stck.	1.278,23	16.484,98	5.213,31	6
27	Fahrzeugreinigung (Waschanlage manuell mit Hochdruckgerät) liefern, aufstellen, einrichten einschl. aller Installationen, Auffangwannen, Abscheideeinrichtungen oder Sammelbehälter mit fachgerechter Entsorgung des Abwassers	Wo	1.149,99	2.316,47	1.744,91	4
28	Fahrzeugreinigung für Großgerät durchführen (z.B. Bagger oder LKW; nach Einsatz im kontaminierten Bereich) mittels Hochdruckgerät in Waschanlage einschl. Personalgestellung mit Schutzausrüstung	Stck.	30,67	84,16	53,36	4
29	Funkgeräte, Funktelefon, Fernsehüberwachung liefern, vorhalten, entfernen	psch.	#	#	#	0
30	Geräteschleuse für Baufahrzeuge, Abmessung mind. 8 x 5 x 4 m, mit 2 sich gegenseitig verriegelnden Rolltoren, mit ausreichend gasdichtem Anschluss an die Einhausung					
	liefern, einrichten	Stck.	1.348,88	16.320,44	5.726,32	6
	vorhalten, betreiben	d	46,79	235,19	121,42	5
	abbauen, abtransportieren	Stck.	1.227,10	4.147,60	2.548,00	6
31	Heizgerät zur Aufrechterhaltung der nach Arbeitsstättenverordnung vorgegebenen Temperatur im Arbeitsbereich vorhalten und betreiben für die Dauer der Maßnahme	Stck.	19,05	2.351,94	1.016,17	7
32	Hochdruck-Reinigungsgerät für Reifenwaschanlage/ Fahrzeugreinigungsanlage liefern und entfernen (inkl. aller Anschlüsse)	Stck.	52,50	1.890,00	311,32	22
33	Hochdruck-Reinigungsgerät für Reifenwaschanlage/ Fahrzeugreinigungsanlage vorhalten, betreiben und evtl. mehrfach umsetzen (inkl. aller Nebenkosten)	Wo	6,73	322,58	117,11	14
34	Leitungsquerung der Starkstromversorgung über Radweg mit Holzgerüstrahmen	Stck.	285,00	1.292,75	632,28	6
35	Löscheinrichtung zur Bekämpfung möglicher Entstehungsbrände, Schaumlöcher PG 12	Stck.	75,00	10.979,60	301,76	26
36	Löscheinrichtung (Feuerlöscher) für stationäre Betriebspunkte liefern, vorhalten, warten und wiederentfernen	Stck.	0,01	194,44	51,80	20
37	Löscheinrichtung zur Bekämpfung möglicher Entstehungsbrände liefern, aufstellen und wieder entfernen (4 ABC-Pulverlöscher PG 12, Feuerlöschdecke und Erste-Hilfe-Material für den Brandfall)	psch.	150,00	1.540,50	477,13	9
38	Löscheinrichtung zur Bekämpfung möglicher Entstehungsbrände vorhalten (4 ABC-Pulverlöscher PG 12, Feuerlöschdecke und Erste-Hilfe-Material für den Brandfall)	Wo	5,00	32,35	16,50	9
39	Materialschleuse für Aushubmaterial, Abmessungen mind. 7 x 5 x 3 m, einschl. beidseitig schwingenden und selbsttätig rückstellenden Flügeltüren für Ein- und Ausfahrt mit Gabelstapler					
	liefern, einrichten	Stck.	971,94	12.271,01	4.469,20	6
	vorhalten, betreiben	d	46,79	140,28	96,62	4
	abbauen, abtransportieren	Stck.	1.175,97	4.147,60	2.075,08	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
40	Pausenraum im Schwarzbereich (Doppelcontainer 36m²) liefern, errichten, warten, vorhalten und wieder entfernen inkl. aller Anschlüsse und Betriebskosten	Stck.	5.936,19	10.682,88	8.156,44	5
41	Pumpenschacht Fertigteil aus Stahlbeton liefern und vorhalten, für belastetes Wasser an Übergabestation installieren, D = 1 m, lichte H = 2,5 m	Stck.	280,00	1.644,82	1.160,62	6
42	Raum für persönliche Schutzausrüstung und Messgeräte errichten und wieder entfernen, incl. Installation und Zugänge	Stck.	42,95	2.000,00	683,33	26
43	Raum für persönliche Schutzausrüstung und Messgeräte vorhalten und betreiben einschl. Betriebskosten und arbeitstäglich Reinigung	Wo	4,60	1.810,00	165,62	22
44	Reifenwaschanlage als Fahrzeugschleuse zwischen Schwarz- und Weißbereich zur Reinigung der Fahrzeugreifen errichten und wieder entfernen, einschl. der erforderlichen Ergänzung bzw. Entsorgung der Reinigungsflüssigkeit, Anschlüsse und Verbindungen	Stck.	0,01	41.131,74	6.424,92	98
45	Reifenwaschanlage vorhalten und betreiben inkl. Wartung	Wo	5,57	1.320,67	319,01	91
46	Reifenwaschanlage als Fahrzeugschleuse errichten, vorhalten, betreiben und wieder abbauen; Durchfahrbecken Asphalt, autom. Reifen- und Karosseriewaschanlage; Dampfstrahler; inkl. Erdarbeiten, Anschlüsse, Entsorgung	psch.	25.963,50	52.747,05	41.409,56	5
47	Reifenwaschung: Durchfahrrinne (Länge ca. 10 m, Breite ca. 3 m, Tiefe ca. 0,5 m) in Asphaltbauweise herstellen, unterhalten, betreiben und zurückbauen	psch.	306,78	271.063,00	6.214,54	30
48	Reifenwaschanlage umsetzen, aller für den Betrieb erforderlichen, zusätzlichen Einrichtungen und Anschlüsse	psch.	1.233,92	4.031,12	2.647,49	6
49	Sanitätsraum (gem. § 49 ArbStättV, ASR 38/2, "Merkblatt für Sanitätsräume und Sanitätscontainer in Betrieben" BGI 662) einrichten und wieder entfernen, einschl. Kosten für Installation und Zugänge	Stck.	10,00	3.500,00	881,98	43
50	Sanitätsraum (gem. § 49 ArbStättV, ASR 38/2, "Merkblatt für Sanitätsräume und Sanitätscontainer in Betrieben" BGI 662) errichten, vorhalten, betreiben und räumen einschl. Kosten für Erste-Hilfe-Material	Stck.	127,82	2.139,00	739,55	10
51	Sanitätsraum vorhalten bzw. warten und betreiben, inkl. Ergänzen von Material	Stck.	19,76	591,14	245,02	11
52	Sanitätsraum vorhalten bzw. warten und betreiben, einschl. Betriebskosten; Reinigung; Material	Wo	10,00	2.000,00	194,15	20
53	Schlussreinigung der Arbeitsgeräte, Werkzeuge und Einrichtungen durch Abspritzen/ Waschen auf dem Waschplatz (Schwarzbereich) inkl. Sammlung + Entsorgung des Waschwassers	psch.	306,75	1.500,00	716,65	19
54	Schlussreinigung der Transportfahrzeuge (besenreine Vorreinigung der Ladefläche; anschließende Reinigung mit Hochdruckreiniger) inkl. Sammlung + Entsorgung des Waschwassers	psch.	1.580,11	2.473,96	1.924,50	5
55	Schutzzaun versetzbar zur Sicherung von Baustellenbereichen / Schwarzbereichen aus Stahlgitterelementen liefern, errichten und entfernen	m	1,10	13,10	4,39	19

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	56	Schwarz-Weiß-Anlage einrichten und räumen; einschl. Erstellung des Planums, Strom- und Wasseranschluss, Auffangen und Entsorgung des Schmutzwassers	Stck.	148,29	151.000,00	3.139,18	177
	57	Schwarz-Weiß-Anlage einrichten, vorhalten, warten und wieder entfernen inkl. aller Anschlüsse	Stck.	670,53	24.685,91	5.958,08	21
	58	Schwarz-Weiß-Anlage vorhalten und betreiben, inkl. Betriebskosten und arbeitstäglicher Reinigung	Wo	12,49	5.600,00	228,54	149
	59	Schwarz-Weiß-Anlage vor- und unterhalten, betreiben	Stck.	2.487,18	9.412,88	5.572,34	6
	60	Schwarz-Weiß-Anlage einschl. Stiefelwaschanlage und Reifenwaschanlage umsetzen bis max. 200 m	Stck.	150,36	3.507,46	959,99	27
	61	Staubfilter zur Verhinderung von Staubemission bei Abbrucharbeiten nutzen (Alternative zur Beregnung; Staub an der Entstehungsstelle durch geeignete Maßnahmen erfassen und über einen Staubfilter ableiten)	psch.	714,00	42.565,74	18.848,63	5
	62	Stiefelwaschanlage vor Schwarzbereich der Schwarz-Weiß-Anlage errichten, vorhalten, betreiben und wieder entfernen, einschl. Anschlüsse und Verbrauchsmittel; ggf. Frostsicherung; arbeitstägl. Reinigung	Stck.	25,56	7.618,10	409,04	140
	63	Stiefelwaschanlage mit je 1 Waschplatz pro 5 Personen einrichten und wieder entfernen	Stck.	109,83	269,96	172,48	11
	64	Stiefelwaschanlage mit je 1 Waschplatz pro 5 Personen vorhalten, betreiben; inkl. Betriebskosten und arbeitstägliche Reinigung	Wo.	1,28	434,88	31,24	66
	65	Stiefelwechselraum vor Schwarzbereich der Schwarz-Weiß-Anlage errichten und wieder entfernen, einschl. arbeitstäglicher Reinigung	Stck.	#	#	#	0
	66	Stiefelwechselraum vorhalten bzw. warten und betreiben	Wo	#	#	#	0
	67	Tankanlage mobil zur Betankung der im Schwarzbereich eingesetzten Fahrzeuge, inkl. Vor- und Unterhaltung	Stck.	119,99	2.103,33	781,20	6
	68	Überdachung zum Wetterschutz einrichten, vorhalten und entfernen	Stck.	#	#	#	0
	69	Übergabestation für Baumaterial außerhalb des Schwarzbereiches zum Materialumschlag aus dem Weissbereich in den Schwarzbereich einrichten, betreiben, entfernen	Stck.	2.350,00	6.720,93	4.452,12	11
	70	Übergabestation für kontaminierte Materialien innerhalb des Schwarzbereiches zum Materialumschlag aus dem Schwarzbereich in den Weißbereich einrichten, betreiben, entfernen	Stck.	#	#	#	0
	71	Warntafeln aufstellen, vorhalten, entfernen	Stck.	12,17	207,83	52,06	21
	72	Warntafeln, Gebots- und Verbotsschilder in ausreichender Anzahl liefern, aufstellen, über die gesamte Bauzeit vorhalten und entfernen	psch.	22,73	2.216,61	555,68	19
	73	Waschplatz für Arbeitsgeräte, Werkzeug, (Fahrzeuge) errichten und wieder entfernen (wasserundurchlässige Bodenplatte, Spritzschutz, Schlammfang) inkl. aller Installationen und Auffangen des Schmutzwassers	Stck.	255,00	25.000,00	4.163,16	32
	74	Waschplatz für Arbeitsgeräte, Werkzeug, (Fahrzeuge) vorhalten, warten und betreiben, inkl. Ergänzung bzw. Entsorgung der Reinigungsflüssigkeit	Wo	5,00	8.500,00	915,42	32

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

- 207 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Befeuchten von Flächen zur Unterbindung von Staubemissionen (inkl. Wasserkosten) auf Zufahrtsstrassen, Betriebs- und Lagerflächen in kontaminierten Bereichen	Wo	202,45	4.500,00	428,44	16
04	Befeuchten / Beregnen zur Unterbindung von Staubemissionen auf Bau- und Zufahrtsstrassen, Betriebs- und Lagerflächen bei Abbruch- und Aushubarbeiten	psch.	260,75 119,99	4.500,00 37.873,82	x 1,0 x 4,1 3.100,54	70
05	Unterhalten aller genutzten befestigten Wegeverbindungen innerhalb des Schwarzbereiches	psch.	119,99	37.873,82	x 1,0	19
06	Zufahrtsstrassen regelmäßig/ arbeitstäglich reinigen für gesamte Bauzeit	psch.	683,76	13.510,72	x 1,2	34
07	Zufahrtsstrassen reinigen	m²	0,01	6.968,89	2.103,24	8
08	Straßenreinigung als Nassreinigung inkl. Staubschutz liefern	psch.	1.000,00	1.875,00	1.458,33	3
09	Straßenreinigung vorhalten und unterhalten	Wo	1.750,00	2.000,00	1.850,00	3
10	Straßenreinigung betreiben	h	50,00	65,80	58,77	3
11	Wasserverbrauch der Berieselungsanlage	m³	1,40	10,00	4,10	10
12	Schaumteppich (Plastoil o.ä.; Stärke 5-10cm) legen zum Abdecken der Baugrubensohle	m²	6,62	129,80	52,33	5
22 13 00	Technische Schutzmaßnahmen, Geräte und Maschinen Absaugung + Abluftreinigung:					
01	Absauganlage (mind. 150 m³/min) einrichten und entfernen vorhalten und betreiben	Stck. Wo.	766,94 76,69	4.601,63 213,05	1.888,72 139,90	4 4
02	Absauganlage für Einhausung (Ventilator für 6- bis 8-fachen Luftwechsel pro h; explosions- und spritzwassergeschützt; 10 m Absaugleitung) errichten und entfernen umsetzen vorhalten und betreiben betreiben	Stck. Stck. Wo h	683,76 270,58 149,08 3,47	53.859,36 2.221,67 2.049,00 68,38	20.579,98 924,49 1.150,06 35,94	6 6 6 5
03	Absauganlage für Einhausung inkl. Aktivkohlefilter zum Absaugen belasteter Luft (Volumenstrom 600 bis ca. 1.500 m³/h) liefern, vorhalten und entfernen, inkl. aller Anschlüsse	Stck.	293,99	51.118,70	6.931,21	54
04	Absauganlage für Einhausung inkl. Aktivkohlefilter betreiben und warten (inkl. TÜV-Abnahme, aller Betriebskosten, Gewährleistung von 24h Betrieb)	Wo	0,61	4.345,98	1.355,52	11
05	Absauganlage mit Aktivkohlefilter (Mindestluftmenge 250-500 m³/min; Lüfterleistung 15.000 m³/h an Luttenspitze, Luttenslänge bis 40 m) aufstellen, umsetzen, vorhalten, betreiben (4 Monate) und wieder entfernen inkl. aller Nebenarbeiten	Stck.	1.745,16	20.332,08	10.969,82	10
06	Absauganlage mit Aktivkohlefilter (Mindestluftmenge 250-500 m³/min; Lüfterleistung 15.000 m³/h an Luttenspitze, Luttenslänge bis 60 m) mit Abluftreinigung (Aktivkohlefilter) aufstellen, umsetzen, vorhalten, betreiben und wieder entfernen inkl. aller Nebenarbeiten	Wo	227,10	12.210,00	3.295,63	5
07	Absauganlage mit angeschlossenem Aktivkohlefilter zum Absaugen belasteter Luft (Volumenstrom bis ca. 1000 m³/h) betreiben inkl. Auf- und Abbau (inkl. Standortanpassung) sowie der erforderlichen Versorgungsanschlüsse und Betriebskosten	h	14,34	127,82	47,41	9

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
08	Aktivkohlebehälter (5 m³) für Abluftreinigung, inkl. Erstbefüllung mit Neukohle, liefern, aufstellen, vorhalten, betreiben und wieder entfernen, inkl. Entsorgung der Altkohle	Stck.	4.390,71	13.542,00	7.916,55	5
09	Luftaktivkohle-Filtereinheiten à 0,2 m³ zum Austausch an- und abtransportieren, inkl. Befüllung mit jeweils 75 kg Aktivkohle und Rücknahme der beladenen Aktivkohle	Stck.	204,52	475,50	311,46	6
10	Luftaktivkohle für die Erstbefüllung je Füllung a 0,2 m³ (=75 kg) liefern und einbauen, inkl. Ausbau und Rücknahme der gebrauchten Aktivkohle	m³	920,35	2.377,50	1.305,93	6
11	Luftaktivkohle für Folgebefüllung des Aktivkohlebehälters liefern und einbauen, inkl. Transport und Entsorgung der gebrauchten Aktivkohle	m³	409,80	1.909,20	1.371,20	5
12	Mietweise Gestellung einer mobilen Anlage zur Absaugung der Baugrubenluft bestehend aus: Absauggebläse (Q > 1.500 m³/h); Zuluftsammelstück; Abluftverteilerstück; Absaugschlauchleitungen; Drainageleitungen zur fliegenden Verlegung in der Baugrube und 3 Stück Luftaktivkohlefilter je 0,2m³	Wo.	176,40	715,81	370,69	6
13	Zwangsentlüftung durch Unterdruckanlage mit Aktivkohlefilter innerhalb der Baugrube; inkl. Schlauchleitung zur jeweiligen Aushubstelle, Mindestdurchsatz 2.500 m³/h					
	liefern, herstellen, entfernen	Stck.			10.870,00 *	
	vorhalten und betreiben	h			61,40 *	
14	Probenahmeeinrichtung für Gas/Staub gemäß VDI-Richtlinie 3498, je Probenahmeeinrichtung sind zwei Probenahmelinien unterschiedlicher Absaugleistung mit Feinststaub- und PU-Schaumfilter vorzusehen; inkl. Antransport, Installation und Inbetriebnahme	Stck.	292,46	1.740,49	966,01	6
15	Probenahmeeinrichtung für Gas/Staub gemäß VDI-Richtlinie 3498, je Probenahmeeinrichtung sind zwei Probenahmelinien unterschiedlicher Absaugleistung mit Feinststaub- und PU-Schaumfilter vorzusehen, Antransport, Installation und Inbetriebnahme	Wo	494,93	708,99	559,15	5
16	Bewetterung: Bewetterungsanlage zur blasenden Belüftung					
	liefern, einrichten, entfernen	Stck.	91,30	1.104,39	629,55	7
	vor- und unterhalten	Wo	30,68	319,56	178,89	7
	betreiben	Wo	76,69	1.432,62	570,16	8
17	Bewetterungsanlage zur blasenden Belüftung des Bohrlochmundes; Mindestluftmenge 30 m³/h, Luttenlänge 10 m					
	liefern, einrichten, entfernen	Stck.	334,32	1.994,04	899,86	5
	vor- und unterhalten	Stck.	99,13	1.789,52	520,69	5
	betreiben	h	9,08	46,02	23,14	5
18	Bewetterungsanlage zur blasenden Belüftung, Mindestluftmenge 240 m³/h					
	liefern, einrichten, entfernen	Stck.	129,43	1.290,76	799,91	6
	vorhalten und unterhalten	Wo	56,55	383,47	153,28	6
	betreiben	h	0,64	59,21	15,74	9

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
19	Bewetterungsanlage zur blasenden Belüftung, Mindestluftmenge 4800 m³/h; Luttenlänge 50 m liefern, einrichten, entfernen, inkl. mehrfaches Umsetzen vor- und unterhalten, inkl. mehrfaches Umsetzen betreiben	Stck. Wo h	1,00 0,50 0,10	1.648,19 75,00 11,86	794,66 28,20 5,58	9 9 9
20	Bewetterungsanlage zur Belüftung von Schächten und Schürfen, einschl. Anlagenteile (u.a. Windrichtungsanlage), Mindestluftmenge 2000 m³/h; Luttenlänge 20 m; Schlauchdurchmesser DN 300, ex-geschützt liefern, errichten, vorhalten, unterhalten, entfernen betreiben	Wo h	1,00 7,00	226,00 74,86	118,00 27,32	5 8
21	Bewetterungsanlage mit regulierbarer Leistung 1.000 - 5.000 m³/h, Luttenlänge 50 m; inkl. Auf- und Abbau, Versorgungsanschlüsse und Betriebskosten liefern, vorhalten, entfernen betreiben	Stck. h	511,29 4,09	3.006,67 51,13	1.145,47 22,70	9 9
22	Bewetterungsanlage ex-geschützt liefern, vorhalten und betreiben; Mindestluftmenge 500 m³/h	Wo	19,60	152,50	69,85	19
23	Einhausung: Einhausung des Arbeitsbereiches einrichten, (vorhalten) und räumen ohne Unterdruckhaltung mit Unterdruckhaltung	Stck.	1.316,58 3.410,86 54.745,57	155.780,80 74.660,56 155.780,80	100.018,98 x 0,3 x 1,0	33
24	Einhausung des Arbeitsbereiches vorhalten ohne Unterdruckhaltung mit Unterdruckhaltung	Wo	64,68 64,68 4.195,76	20.023,02 20.023,02 18.823,50	10.283,96 x 0,4 x 1,0	27
25	Einhausung des Arbeitsbereiches warten und betreiben ohne Unterdruckhaltung mit Unterdruckhaltung	Wo	102,26 # 102,26	4.294,85 # 4.294,85	1.706,86 x # x 1,0	5
26	Einhausung des Arbeitsbereiches errichten und wieder räumen < 1000 m² 1000 - 2000 m² > 2000 m²	m²	5,70 5,70 10,91 11,19	32,73 32,73 28,22 28,17	16,99 x 1,1 x 1,0 x 0,95	15
27	Einhausung mit zugehöriger Absaug- und Abluftreinigungsanlage errichten und wieder räumen < 1000 m² 1000 - 2000 m² > 2000 m²	m²	7,43 7,43 15,00 13,10	42,88 42,88 30,59 29,66	22,62 x 0,85 x 1,0 x 0,95	15
28	Beheizungsanlage für die Einhausung, zur Sicherstellung der Frostfreiheit des sich unterhalb der Einhausung befindenden Untergrundes liefern, vorhalten, entfernen vorhalten betreiben	Stck. Wo h	1.367,53 0,69 6,84	24.695,18 16.549,65 53,43	11.097,02 4.115,08 21,41	5 5 5
29	Fluchtöffnungen innerhalb der Einhausung in gleichmäßigen Abständen kennzeichnen, inkl. Folienmesser	Stck.	15,34	511,29	162,93	5
30	Baumaschinen/ Geräte innerhalb der Einhausung mit Abgasreinigung ausrüsten, inkl. Wartung und Entsorgung der Luftfilter	psch.	1.406,05	10.225,84	5.199,84	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
31	Beleuchtungsanlage für den Bereich Einhausung und Schleusen, ausgelegt für die Videoüberwachung					
	liefern, einrichten, in Betrieb nehmen	psch.	470,39	2.806,99	1.678,38	6
	vorhalten, unterhalten, betreiben	d	10,64	53,37	23,10	5
	abbauen, abtransportieren	psch.	364,55	1.834,55	790,59	6
32	Videoüberwachungsanlage zur Überwachung von Baugrubenaushub, Zwischenlager, Sonderbehandlung innerhalb der Einhausung, gesonderte Verpackung im Aushubbereich, Beschickung der Aufgabeeinheiten, Handhabung der Fässer in der Materialschleuse, incl. 2 Monitore					
	liefern, einrichten, in Betrieb nehmen	psch.	1.705,16	9.519,03	4.335,08	6
	vorhalten, unterhalten, betreiben	d	5,32	173,46	60,56	5
	abbauen, abtransportieren	psch.	333,62	1.740,49	868,31	6
33	Steuerstand als Container der Schwarz-Weiß-Anlage, zur Steuerung der Unterdruckanlage, der Beleuchtung und Videoüberwachung der Materialschleusen, inkl. Sichtfenster; mit Einrichtung zur Fernbedienung des Aushubgerätes, Installation der Videoüberwachung, Installation der Unterdrucksteuerung und -Überwachung, Überwachung der Luftqualität in der Einhausung					
	liefern, einrichten, in Betrieb nehmen	psch.	1.201,13	61.335,03	14.112,65	6
	vorhalten, unterhalten, betreiben	d	19,14	120,54	54,45	5
	abbauen, abtransportieren	psch.	259,33	2.703,22	1.204,29	6
34	Filteranlagen für Baumaschinen: Fahrerkabinen mit Anlagen zur Atemluftversorgung (gem. BGI 581) vorhalten, warten, reinigen, Filter entsorgen	Stck.	0,56	6.202,84	682,48	21
	Kabinenfilter		67,49	2.100,00	x 1,0	
	Maschine mit Filterkabine		#	#	x #	
	Überdruck-Fahrerkabine, mit Filteranlage und Klimaanlage		0,56	4.172,14	x 1,6	
35	Überdruck-Fahrerkabine mit Filteranlage (Feinstaub- und Aktivkohlefilter) + Klimaanlage für alle zum Einsatz kommenden Fahrzeuge einbauen, vorhalten, betreiben, warten, ausbauen	psch.	0,51	22.350,00	5.863,49	16
36	Zusätzliche Filtereinheit für Überdruck-Fahrerkabine liefern, vorhalten, warten; einsetzen und entsorgen der ausgewechselten Filtereinheit	Stck.	0,51	920,33	339,58	28
37	Schwebstofffilter für Filteranlage	Stck.	197,87	197,87	197,87	1
38	Grobstaubfilter für Filteranlage	Stck.	70,71	70,71	70,71	1
	Sonstiges:					
39	Förderband zum Transport von gelöstem Bodenmaterial vom Sanierungsbereich zur Verladestelle liefern, vorhalten, aufstellen, betreiben, abbauen, abtransportieren, Länge max. 30 m	Stck.	1.991,20	13.675,30	8.202,97	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**22 10 00 Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
für Arbeiten in kontaminierten Bereichen**

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
40	Einhausung (Folie) für Förderband liefern, vorhalten, aufstellen, betreiben, abbauen und abtransportieren inkl. aller Nebenkosten	psch.	809,89	13.675,52	6.222,74	5
41	Umsetzen des Förderbandes mit Folieneinhausung inkl. aller Nebenkosten	psch.	404,94	9.216,55	3.065,25	5
42	Notstromaggregat zur automatischen Versorgungsübernahme	Stck.			409,00 *	
43	Behandlung des Abwassers aus Dekontaminationsanlagen in GW-Aufbereitungsanlage, inkl. aller Nebenleistungen	m³	5,11	143,16	41,63	11
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

22.1.3 Literatur

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit vom 07.08.1996, zuletzt geändert am 19.12.1998, BGBl I S. 2843.

Arbeitssicherheitsgesetz, Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte der Arbeitssicherheit vom 12.12.1973 (BGBl. I S. 1885), geändert am 25.09.1996 (BGBl. I S. 1476).

Ausschreibungstexte des Fachausschusses Tiefbau der Berufsgenossenschaften.

BGI 566, Merkblatt „Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGI 583, BG-Information „Biologische Arbeitsstoffe bei der Bodensanierung“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGI 716, BG-Information „Bauschuttrecycling – Sicherheit und Gesundheitsschutz“, Ausgabe 1998, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 128 „Kontaminierte Bereiche“ (bisher ZH 1/183), Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Fachausschuss „Tiefbau“ der BGZ, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB, Ausgabe April 1997, aktualisierte Fassung 2002.

BGR 217 BG-Regel „Umgang mit mineralischem Staub“, Ausgabe Januar 2002, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 581 Merkblatt für Fahrerkabinen mit Anlagen zur Atemluftversorgung auf Erdbaumaschinen und Spezialmaschinen des Tiefbaus, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGV A 1, BG-Vorschriften „Grundsätze der Prävention“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGV C 22, BG-Vorschrift „Bauarbeiten“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG) in der Fassung vom 25. Juli 1995 (BGBl. I S. 1703), letzte Änderung 2001 (BGBl. I S. 2331).

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26.10.1993 (BGBl. I S. 1782) in der Fassung der Vierten Verordnung zur Änderung der Gefahrstoffverordnung vom 15.10.2002 (BGBl. I S. 4123).

- Krämer, R.: Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Bauschuttrecycling, in Tiefbau 8/2000, S. 487-499.
- Sicherheitscheck Recyclinganlagen Gefährdungsbeurteilung nach § 5 (1) des Arbeitsschutzgesetzes (SC 7 8/97-500), Steinbruchs-Berufsgenossenschaft.
- TRGS 402 Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen, Ausgabe 11/1997, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..
- TRGS 403 Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz, Ausgabe 10/1989, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..
- TRGS 524 Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen, Ausgabe März 1998, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..
- TRGS 551 Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material, Ausgabe Juli 1999, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..
- TRGS 555 Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV, Ausgabe Dezember 1997, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..
- TRGS 557 Dioxine (polyhalogenierte Dibenzo-p-Dioxine und Dibenzo-Furane), Ausgabe Juli 2000, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..
- TRGS 900 Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..
- TRGS 905 Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe, Ausgabe 03/2001 aktualisiert 10/2002, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..
- Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26.10.1993 (BGBl. I S. 1782) in der Fassung der Vierten Verordnung zur Änderung der Gefahrstoffverordnung vom 15.10.2002 (BGBl. I S. 2059).

22.1.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter für die Dekontamination von schadstoffbelasteter Bausubstanz sind anhand aussagefähiger Referenzen auszuwählen. Für die Prüfung der fachlichen Eignung des Bauleiters vor Ort wird empfohlen, mit den Ausschreibungsunterlagen die entsprechenden Nachweise (Sachkundelehrgang nach BGR 128) durch das anbietende Unternehmen vorlegen zu lassen.

22.2 Besondere Schutzmaßnahmen für den Rückbau von Asbestprodukten und Künstlichen Mineralfasern (KMF)

22.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

22.2.1.1 Rückbau von Asbestprodukten

Die TRGS 519 regelt den Umgang mit Asbest und asbesthaltigen Gefahrstoffen bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten. Eine Übersicht über das Vorkommen von asbesthaltigen Produkten in Gebäuden und Anlagen findet sich im Leistungsbereich 40-20-00 Entfernung asbesthaltiger Bauteile.

Asbesthaltige Baustoffe lassen sich entsprechend ihres Asbestanteils in drei Gruppen einteilen:

Baustoffart	Rohdichte	Gefährdungspotential
Asbestzementprodukte	> 1400 kg/m ³	vergleichsweise gering, da feste Fasereinbindung
schwach gebundene Asbestprodukte	< 1000 kg/m ³	hoch, da geringer Bindemittelanteil:
sonstige Asbestprodukte	> 1000 kg/m ³ < 1400 kg/m ³	Einzelfallbeurteilung

Der Umgang mit asbesthaltigen Baustoffen ist durch das ausführende Unternehmen der zuständigen Behörde mindestens 14 Tage vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen. Die Anzeige muss eine Beschreibung der Stoffeigenschaften und des vorgesehenen Arbeitsverfahrens, eine Erläuterung der Schutzmaßnahmen und Angaben zur Zahl der Arbeitnehmer sowie zu Verfahren und Ort der Abfallentsorgung beinhalten (s. Musterformular in Anlage 1 der TRGS 519). Mit der Anzeige ist bei Abbruch- und Sanierungsarbeiten vom ausführenden Unternehmen auch ein Arbeitsplan der Behörde vorzulegen. Die erforderlichen Inhalte des Arbeitsplanes werden in der Anlage 6 zur TRGS 519 im Detail aufgeführt (s. auch LB 40-20-00). Durch den Unternehmer sind Betriebsanweisungen zu erstellen und eine Unterweisung der Beschäftigten vorzunehmen.

Arbeiten an schwachgebundenen Asbestprodukten dürfen nur von behördlich zugelassenen Unternehmen ausgeführt werden (vgl. § 39 GefStoffV). Die Bauleitung und Aufsicht bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten muss durch sachkundige Personen erfolgen. Die Sachkunde ist durch die erfolgreiche Teilnahme an einem Sachkundelehrgang nach Anlage 3 und 4 der TRGS 519 nachzuweisen.

In den Abschnitten 7 und 8 der TRGS 519 werden die Anforderungen an die Arbeitsverfahren, an technische Einrichtungen und Maschinen sowie an die persönliche Schutzausrüstung konkretisiert. Spezielle Regelungen für die organisatorischen, technischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen gelten für Abbruch- und Sanierungsarbeiten an schwach gebundenen Asbestprodukten (Abschnitt 14), für Abbrucharbeiten an Asbestzementprodukten (Abschnitt 15) und für Instandhaltungsarbeiten an Asbestprodukten (Abschnitt 16).

Die Schutzmaßnahmen bei Abbruch- und Sanierungsarbeiten an schwach gebundenen Asbestprodukten dürfen erst nach der Reinigung und Freimessung nach VDI 3492 Bl. 2 aufgehoben werden.

22.1.2.1 Rückbau von Künstlichen Mineralfasern

Eine Übersicht über das Vorkommen von Künstlichen Mineralfasern in Gebäuden und Anlagen findet sich im Leistungsbereich 40-30-00 Entfernung Künstlicher Mineralfasern.

Für den Rückbau von Gebäuden und technischen Anlagen sind die in der TRGS 521, Anlage 4 beschriebenen „eingebauten Mineralwolle-Produkte (...) und technischen Isolierungen“ von Bedeutung. Diese werden unterschieden in

„alte“ Mineralwolle-Dämmstoffe, die nicht die Kriterien gemäß Anhang IV Nr. 22 Abs. 2 der GefStoffV erfüllen, d.h. sie gelten als krebserzeugend (Kat. 3) oder krebserzeugend (Kat. 2),

und in

„neue“ Mineralwolle-Dämmstoffe, die die o.g. Kriterien erfüllen und nicht als krebserzeugend (Kat. 3) oder krebserzeugend (Kat. 2) gelten.

„Alte“ Mineralwolle-Dämmstoffe wurden vorwiegend vor 1996 hergestellt und eingebaut. Als „neue“ Mineralwolle-Dämmstoffe gelten Materialien, die nach dem Herstellungs- und Verwendungsverbot für „alte“ Mineralwolle-Dämmstoffe vom 01.06.2003 hergestellt und eingebaut wurden. In der Zeit zwischen 1996 und Juni 2000 wurden beide Materialarten verbaut, so dass hier anhand von Produktnachweisen oder Laboranalysen die Eigenschaften der Stoffe zu beurteilen sind. Die Einstufung der Künstlichen Mineralfasern in die Kategorien für krebserzeugende Stoffe (gem. GefStoffV) erfolgt dann durch Bestimmung des Kanzerogenitätsindex KI (s. Leistungsbereich 40-30-00).

Im Teil 1, Nummer 4 der TRGS 521 werden die einzuhaltenden Mindeststandards an die Arbeitshygiene beim Umgang mit Künstlichen Mineralfasern festgeschrieben. Dabei werden im Besonderen die Anforderungen an staubarme Arbeitsverfahren und –geräte, an die Reinigung der Arbeitsstätten, an lufttechnische Maßnahmen am Arbeitsplatz sowie an körperbezogene Schutzmaßnahmen (Hautschutz, Körperschutz).

Für den Umgang mit krebserzeugenden (Kat. 3) und krebserzeugenden (Kat. 2) Faserstäuben werden unter Nummer 5 (für Kat. 2 und 3) und unter Nummer 6 (nur für Kat. 2) zusätzliche Schutzmaßnahmen definiert. Diese umfassen folgende Punkte:

- technische Schutzmaßnahmen (z. B. Absaugung und Rückführung gereinigter Abluft)
- organisatorische Schutzmaßnahmen (z. B. Abfallsammlung und –entsorgung, Baustelleneinrichtung)
- persönliche Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzgeräte, Schutzanzüge)
- Betriebsanweisung, Unterweisung, messtechnische Überwachung
- Reinigungsarbeiten (z. B. Entstauber K1, Feuchtreinigung)

Schutzstufenkonzept nach Anlage 4 TRGS 521

Beim Rückbau „alter“ Mineralwolle-Dämmstoffe im Hochbau und bei technischen Isolierungen sind über die im Teil 1 der TRGS 521 beschriebenen Schutzmaßnahmen zusätzliche und / oder andere Maßnahmen erforderlich.

Als Hilfestellung bei der Festlegung geeigneter Schutzmaßnahmen wird in der Anlage 4 zur TRGS 521 ein Schutzstufenkonzept für Demontage- und Sanierungsarbeiten im Bereich Hochbau und Technische Isolierung festgeschrieben. Dazu werden bestimmte Tätigkeiten aus dem Bereich Hochbau (TRGS 521, Anl. 4, Tab. 1a) und aus dem Bereich Technische Isolierung (TRGS 521, Anl. 4, Tab. 1b) den Schutzstufen S1 – S3 zugeordnet.

Der Umfang der Maßnahmen für jede Schutzstufe wird bestimmt durch die unterschiedliche Kombination und Anzahl der in TRGS 521 Teil 1 Nummer 5 und 6 beschriebenen Schutzmaßnahmen. Voraussetzung für die Zuordnung ist in jedem Fall die Einhaltung der Mindeststandards zur Arbeitshygiene nach TRGS 521 Teil 1 Nummer 4.

22.2.2 Kostenermittlung

22.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Unterdruckhaltung, Raumluftfilteranlage		
einrichten und räumen	Stck.	
vorhalten und betreiben	Wo	d
umsetzen	Stck.	
Abwasserreinigungsanlage, Dekontaminationsanlage, Verfestigungsanlage, Vakuumsauggerät, Elektroaugmischanlage		
einrichten und räumen	psch.	d
vorhalten und betreiben	Wo	
umsetzen	Stck.	
Abschottungen und Einhausungen herstellen und beseitigen	m ²	
Personen- und Materialschleusen		
einrichten und räumen	Stck.	
vorhalten und betreiben	Wo	d
Industriestaubsauger K1 bereitstellen, vorhalten, betreiben	Stck.	

22.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	umwelttechnische Felduntersuchungen und Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 81-00-00	Entsorgung

22	20	00	Besondere / zusätzliche Schutzmaßnahmen für den Rückbau von Asbestprodukten und KME

- 217 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

22 20 00 Besondere / zusätzliche Schutzmaßnahmen für den Rückbau von Asbestprodukten und KMF

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
22 22 00	11 Tragkonstruktion-Bekleidung aufbringen und entfernen, einschl. Verkleben der Stöße Material: PE-Folie Spanplatten unbeschichtet Spanplatten beschichtet	m ²	#	#	#	0
	12 Tragkonstruktion-Bekleidung abfahren, Entsorgungsgebühren auf Nachweis	m ³	#	#	#	0
	13 Türschotts aus vorgefertigten Doppelementen mit abwaschbaren Oberflächen liefern und einbauen (1,6 m x 2,4 m)	Stck.			128,00 *	
	14 Türschotts aus Fertigteilen umsetzen	Stck.			43,50 *	
	15 Abgrenzung Schwarz-Weiß-Bereich und Graubereich, Sicherung gegen unbefugten Zutritt mittels Mobilzaun	m	6,12	22,01	10,55	11
	Unterdruckhaltung, Abluftreinigung					
	01 Lufthaltegerät liefern, anschließen und entfernen (6.000 - 17.000 m ³ /h)	Stck.	730,00	730,00	730,00	1
	02 Unterdruckhaltung für einen Unterdruck von mind. 20 Pa einrichten und entfernen, einschl. Unterdruckhaltegerät, Filtereinrichtung, Leitungen und Verbindungen, Unterdruckkontrollgerät mit optischer / akustischer Warneinrichtung	Stck.	#	#	#	0
	03 Unterdruckhaltung umsetzen	Stck.	150,00	150,00	150,00	1
	04 Unterdruckhaltung vorhalten und betreiben	Wo	#	#	#	0
	05 Unterdruckhaltung vorhalten und betreiben, Nennleistung bis 10.000 m ³ /h	d	61,35	61,35	61,35	1
	06 Raumlufthfilteranlage zur Unterdruckhaltung und Luftreinigung installieren, mit 2 Ventilatoren (Stufe 1: 20.000 m ³ /h; Stufe 2: 40.000 m ³ /h), mit Grobstaubfilter (EU 6), Feinstaubfilter (EU 9), Schwebstofffilter (S für Asbestfasern)	Stck.			1790,00 *	
	07 Raumlufthfilteranlage zur Unterdruckhaltung und Luftreinigung, Durchsatz 7000 m ³ /h, schalldämmend für Immissionsgrenzwert 40 dB, 2-facher Luftaustausch pro Stunde bei einem Unterdruck von 10 Pa in der Einhausung, die Anlage soll die Abluft aus der Einhausung aufnehmen und aufbereiten, inkl. Verdichter, Filter, Probenahmestelle, Polzeifilter, Rohrleitung liefern, einrichten, in Betrieb nehmen	Stck.	891,88	23.425,35	12.286,66	6
	vorhalten, unterhalten, betreiben	d	37,22	349,85	163,58	7
	abbauen, abtransportieren	Stck.	674,44	6.052,06	2.904,63	6
08	Einrichtung für Frischluftzufuhr, die Steuerelemente sollen automatisch die Frischluftzufuhr bei Änderung der Unterdruckverhältnisse z.B. beim Öffnen der Schleusen unterdruckgesteuert regulieren, 10 Pa in der Einhausung soll gewährleistet sein, incl. Leitungen für Zuluft liefern, einrichten, in Betrieb nehmen	Stck.	809,33	4.317,76	2.224,00	6
	vorhalten, unterhalten, betreiben	d	6,75	79,97	40,31	5
	abbauen, abtransportieren	Stck.	134,89	1.555,22	587,34	6
	09 Überwachungseinheit für Unterdruckhaltung mit optischem und akustischem Warnsignal einrichten	Stck.			409,00 *	

**22 20 00 Besondere / zusätzliche Schutzmaßnahmen
für den Rückbau von Asbestprodukten
und KMF**

- 219 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 20 00 Besondere / zusätzliche Schutzmaßnahmen
für den Rückbau von Asbestprodukten
und KMF**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
13	Transittunnel für Personen und Material aus Spanplatten für Schwarzbereich mit Beleuchtung und Nottüren (H = 2,20 m, B = 1,50 m)	m			184,00 *	
22 24 00	Dekontaminationseinheiten					
01	Abwasserreinigungsanlage zum Abscheiden von Asbestfasern liefern, einrichten und entfernen, einschl. Filterwechsel und -entsorgung	psch.	128,00	128,00	128,00	1
02	Abwasserreinigungsanlage vorhalten und betreiben	Wo	#	#	#	0
03	Materialdekontaminationseinheiten (MDE) mit selbständigem Lufthalte- und Unterdrucksystem liefern, betreiben und entfernen Größe:	psch.			614,00 *	
	12 m ³				x 1,0 *	
	48 m ³				x 2,3 *	
	Verwendung:					
	Innenbereich				x 1,15 *	
	Außenbereich				x 1,0 *	
04	Materialdekontaminationseinheiten (MDE) mit Waschstraße liefern, betreiben und entfernen	psch.			2045,00 *	
05	Materialdekontaminationseinheiten (MDE) umsetzen	Stck.			1227,00 *	
	Verwendung:					
	Innenbereich				x 0,5 *	
	Außenbereich				x 1,0 *	
06	Personendekontaminationseinheiten (PDE) liefern, anschließen, betreiben und entfernen	psch.			767,00 *	
	Ausstattung:					
	2 Duschen				x 0,8 *	
	6 Duschen				x 1,8 *	
	Verwendung:					
	Innenbereich				x 1,25 *	
	Außenbereich				x 1,0 *	
07	Personendekontaminationseinheiten (PDE) umsetzen	Stck.			1227,00 *	
	Verwendung:					
	Innenbereich				x 0,5 *	
	Außenbereich				x 1,0 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

22.2.3 Literatur

Ergänzend zum Kapitel 22.1.3 wird nachfolgend weiterführende Literatur zum besonderen Arbeitsschutz im Rahmen des Rückbaus von asbest- und KMF-haltigen Produkten zusammengestellt.

Ausschreibungstexte – Sicherheit am Bau (Blaue Mappe), Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften, Frankfurt / Main, 2001 / 2002.

Standardleistungsbuch LB 083 „Sanierungsarbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen“, Bauen im Bestand (BiB), Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB) und Deutscher Verdingungsausschuss für Bauleistungen (DVA), Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V..

BGI 664, BG-Information „Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 121, BG-Regeln „Sicherheit und Gesundheitsschutz an Arbeitsplätzen mit Arbeitsplatzbelüftung“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGV 8, BG-Vorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

LAGA-Merkblatt „Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ vom 06.09.1995, in der Fassung vom 20.02.2001 aktualisiert aufgrund der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10.12.2001, veröffentlicht im GABl. S. 700.

Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden (Asbest-Richtlinie), Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen – Nr. 51 vom 2. September 1997.

TRGS 519 „Asbest – Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten“, Ausgabe 09/2001 aktualisiert 01/2003, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..

TRGS 521 „Faserstäube“ Ausgabe Mai 2002, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..

TRGS 560 „Lufrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“, Ausgabe Mai 1996, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..

22.2.4 Information über Leistungsanbieter

Für den Umgang mit schwach gebundenen Asbestprodukten ist eine behördliche Zulassung des ausführenden Unternehmens erforderlich (s. § 39 GefStoffV). In den einzelnen Bundesländern werden die zugelassenen Fachunternehmen bei den zuständigen Behörden geführt. In Nordrhein-Westfalen sind dies die Bezirksregierungen. In den anderen Bundesländern können dies die Gewerbeaufsichtsämter oder andere Genehmigungsbehörden sein. Im Internetportal des Sächsischen Staatsministeriums können die zugelassenen Fachunternehmen direkt abgerufen werden.

Für den Rückbau von Asbestzementprodukten und Künstlichen Mineralfasern ist keine behördliche Zulassung erforderlich. Hier ist die Eignung der ausführenden Unternehmen anhand von Referenzen zu prüfen.

22.3 Persönliche Schutzausrüstung, Arbeitsmedizinische Vorsorge, Messtechnische Begleitung

22.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

22.3.1.1 Persönliche Schutzausrüstung

Die Anforderungen an die persönliche Schutzausrüstung werden durch berufsgenossenschaftliche Richtlinien definiert. Für den Gebrauch der Schutzausrüstung in kontaminierten Bereichen sind durch den Unternehmer Betriebsanweisungen zu erstellen. Das Personal ist durch den Unternehmer nach Bedarf, jedoch mindestens einmal jährlich anhand der Betriebsanweisungen zu unterweisen.

Das Tragen der Grundausrüstung wird vorausgesetzt, nachfolgend werden wesentliche Elemente der besonderen / zusätzlichen persönlichen Schutzausrüstung für Arbeiten in kontaminierten Bereichen beschrieben.

Die im A+S-Plan zu treffende Auswahl der PSA hat anhand einer tätigkeitsbezogenen Gefährdungsabschätzung zu erfolgen. Die PSA ist in der Ausschreibung konkret zu benennen.

Atemschutzgeräte

Atemschutzgeräte werden entsprechend ihrer Wirkungsweise in zwei Gruppen eingeteilt (s. BGR 190).

Filtergeräte abhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkend

Isoliergeräte unabhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkend

Bei Filtergeräten wird das Entfernen der gesundheitsschädlichen Stoffe mittels Gas-, Partikel- oder Kombinationsfilter in Verbindung mit geeigneten Atemanschlüssen (z. B. Voll- / Halb- / Viertelmaske) erreicht. Filtergeräte können mit und ohne Gebläseunterstützung betrieben werden.

Voraussetzung für den Einsatz von Filtergeräten ist gemäß BGR 190 eine Umgebungsatmosphäre, die mindestens 17 Vol.-% Sauerstoff enthält, beim Einsatz von CO-Filter sind 19 Vol.-% Sauerstoff in der Umgebungsluft erforderlich. Ist das Schadstoffspektrum bzw. der Sauerstoffgehalt der Umgebungsatmosphäre nicht bekannt oder werden die Einsatzgrenzwerte für Filtergeräte überschritten (BGR 190), dürfen Filtergeräte nicht eingesetzt werden (Einsatz von Isoliergeräten).

Die Auswahl der geeigneten Partikel-, Gas- und Kombinationsfilter erfolgt auf der Grundlage des vorhandenen Schadstoffspektrums. Die Anwendungsbereiche der einzelnen Filter werden in den BG-Regeln 190 Abschnitt 3.3 definiert.

Filtergeräte	
gegen Partikel	Partikelfilter und Atemanschluss Partikelfiltrierende Halbmaske
gegen Gase und Dämpfe	Gasfilter und Atemanschluss Filtrierende Halbmaske gegen Gase und Dämpfe
gegen Partikeln, Gase und Dämpfe	Kombinationsfilter und Atemanschluss Filtrierende Halbmaske gegen Partikeln, Gase und Dämpfe

Isoliergeräte führen dem Atemschutzträger, unabhängig von der Umgebungsatmosphäre, gesundheitsunschädliche Luft, Sauerstoff oder Gemische aus beidem zu. Sie schützen gegen gesundheitsschädliche Gase, Dämpfe und Partikel wie auch gegen Sauerstoffmangel. Isoliergeräte können als frei tragbare oder als nicht freitragbare Geräte (z. B. Druckluftschlauchgeräte) zum Einsatz kommen.

Die Anforderungen an die Gerätetechnik und die Einsatzbereiche der Isoliergeräte werden in den BG-Regeln 190 im Abschnitt 3.4 beschrieben.

Isoliergeräte		
nicht frei tragbare Isoliergeräte	Frischluft-Schlauchgeräte	FL-Saugschlauchgeräte FL-Druckschlauchgeräte mit Handgebläse FL-Druckschlauchgeräte mit Motorgebläse
	Druckluft-Schlauchgeräte	mit Regelventil (kontinuierlicher Luftstrom) mit Lungenautomat mit Lungenautomat mit Überdruck
frei tragbare Isoliergeräte	Behältergeräte	mit Druckluft (Pressluftatmer) mit Druckluft mit Überdruck (Überdruck-Pressluftatmer)
	Regenerationsgeräte	mit Drucksauerstoff mit Flüssigsauerstoff mit Chemikalsauerstoff

Schutzkleidung

Die BGR 189 regelt die Anforderungen an Schutzkleidung und definiert deren Anwendungsbereiche. Für den Umgang mit Kontaminationen im Bereich Altlasten und Flächenentwicklung sind die Erläuterungen im Abschnitt 4.3.9 „Chemikalienschutzanzüge“ und im Abschnitt 4.3.15 „Schutzanzüge für den begrenzten Mehrfacheinsatz“ (Einwegkleidung) von besonderer Bedeutung. In den Anhängen 1 und 2 der BGR 189 werden Hinweise zur Auswahl der geeigneten Schutzkleidung gegeben. Wichtigstes Auswahlkriterium für Schutzkleidung und auch Schutzhandschuhe (s.u.) ist die Erscheinungsform, in der die Kontaminanten auf der Baustelle vorkommen und wie die Beschäftigten mit diesen Stoffen in Kontakt kommen.

Hautschutz, Schutzhandschuhe, Augen- und Gesichtsschutz

Als Hautschutz werden äußerlich auf die Haut aufzubringende Mittel definiert, die die Haut vor beruflichen Schädigungen schützen. Nach BGR 197 Abschnitt 3.2 hat der Unternehmer entsprechend der vorliegenden Hautgefährdungen einen Hautschutzplan mit Angabe der Hautgefährdung, des Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittels sowie ggf. der erforderlichen Schutzhandschuhe zu erstellen (s. auch BGR 197 Anhang 1).

Die BGR 195 definiert die Anforderungen an Schutzhandschuhe entsprechend ihrem Einsatzzweck und gibt Hinweise zur Auswahl von Schutzhandschuhen für den vorgesehenen Anwendungsbereich (Anhang 4 und 5).

Als Augen- und Gesichtsschutz werden Sichtscheiben, Korbbrillen, Gestellbrillen, Schutzschrime / Visiere sowie Schutzhauben bezeichnet (vgl. BGR 192). Augen- und Gesichtsschutz ist u.a. bei mechanischen (Strahlmittel, Staub), chemischen (Gase, Nebel, Dämpfe) und biologischen (Bakterien, Viren, Sporen) Gefährdungen zu tragen. Die BGR 192 beschreibt die Anforderungen und Kennzeichnungen von Augen- und Gesichtsschutz und gibt Hinweise zum sicherheitsgerechten Gebrauch.

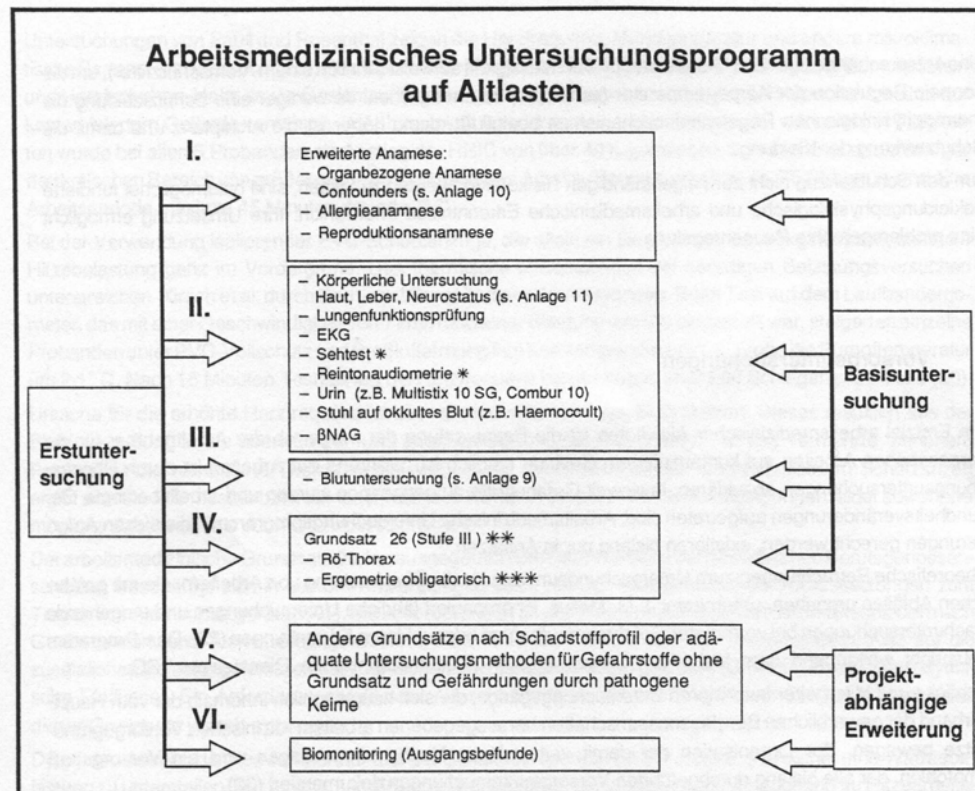
22.3.1.2 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Das Tragen der zusätzlichen persönlichen Schutzausrüstung bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen bedeutet eine zusätzliche Belastung für das System von Herz, Lunge und Kreislauf. Daher ist das erste Ziel der arbeitsmedizinischen Vorsorge, die Tauglichkeit des Arbeitnehmers für derartige Tätigkeiten zu überprüfen. Besondere Bedeutung hat dabei die Untersuchung der Atemschutztauglichkeit.

In dem von Arbeitsmediziner der TBG erarbeiteten „Leitfaden der arbeitsmedizinischen Betreuung von Arbeitnehmern in kontaminierten Bereichen“ ist das arbeitsmedizinische Untersuchungsprogramm für Arbeiten in kontaminierten Bereichen dreigeteilt: Erstuntersuchung, begleitende Untersuchungen, Abschlussuntersuchung.

Anhand der Erstuntersuchung wird die Tauglichkeit des Arbeitnehmers für den Einsatz in kontaminierten Bereichen festgestellt. Die begleitenden Untersuchungen zur Überwachung des Gesundheitszustandes sollten bei Arbeitnehmern, die regelmäßig in kontaminierten Bereichen tätig sind, 1 x jährlich erfolgen. Treten Erkrankungen auf, die möglicherweise in Zusammenhang mit der Baustellentätigkeit des Arbeitnehmers stehen, sind ebenfalls begleitende Untersuchungen vorzunehmen. Die Abschlussdokumentation dient der Dokumentation zwischenzeitlich aufgetretener Veränderungen.

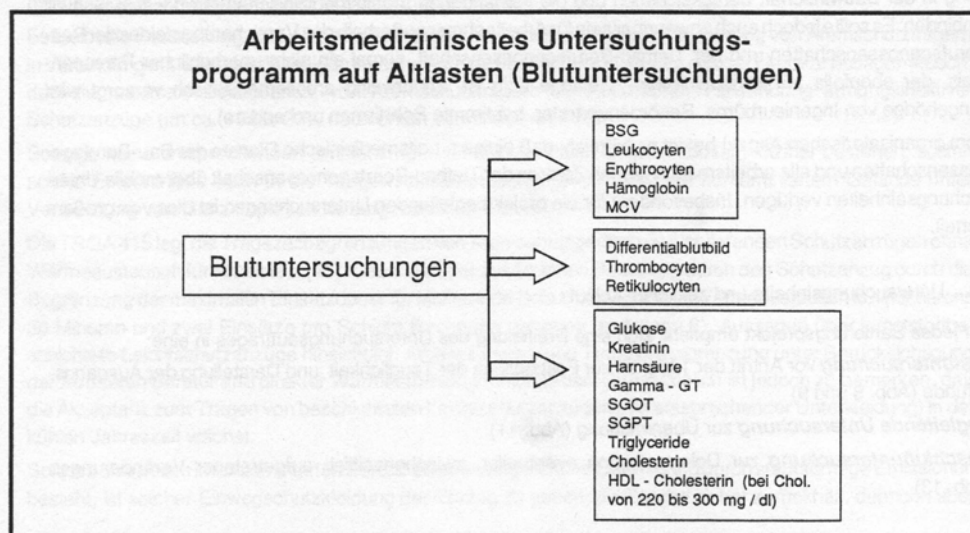
Der Untersuchungsumfang lässt sich in eine sogenannte Basisuntersuchung (I-IV) und projektspezifische Erweiterungen (V-VI) in Abhängigkeit des jeweiligen Schadstoffspektrums gliedern (s. Abb.).



* Alle 3 Jahre.

** Nachuntersuchungen wie in VGB-100 vorgesehen.

*** Ist eine luftundurchlässige Schutzkleidung in Verbindung mit Atemschutz vorzusehen, sollte die W 150 mindestens 2,1 W/kg KG betragen.



Arbeitsmedizinisches Untersuchungsprogramm auf Altlasten (aus : TBG-Leitfaden, S. 20)

Es wird empfohlen, das im TBG-Leitfaden dargestellte Untersuchungsprogramm der Ausschreibung beizulegen, um auch dem u.U. im Themenbereich „Kontaminierte Bereiche“ unerfahrenen Anbieter und ggf. dessen Arbeitsmediziner die notwendigen Anforderungen aufzuzeigen.

Für die Zusatzuntersuchungen könne einzelne gefahrstoffspezifische Grundsätze herangezogen werden, die gefahrstoffspezifisch den jeweiligen Untersuchungsumfang festlegen. Durch die Basisuntersuchung lt. TBG-leitfaden werden die Untersuchungsinhalte mehrerer arbeitsmedizinischer Grundsätze bereits erfasst, so dass häufig die Durchführung des Basisprogramms ausreichend ist. Für Gefahrstoffe, die keinem Grundsatz zugeordnet werden können, ist eine projektspezifische Erweiterung des Basisprogramms in Abstimmung mit dem für das ausführende Unternehmen zuständigen arbeitsmedizinischen Dienst vorzunehmen.

22.3.2 Kostenermittlung

22.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Persönliche Schutzausrüstung liefern, vorhalten, warten (Atemschutz, Körperschutz)	Stck.	
Erschwerniszulage für das Tragen von Schutzausrüstung	h	
Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	Stck.	psch.
Arbeitsplatzüberwachung		
Gestellung, Vorhalten, Warten der Messgeräte	psch.	
Vorhalten und Warten der Messgeräte	Wo	
Durchführung der Messungen	Stck.	
kontinuierliche Arbeitsplatzüberwachung	Wo	d

22.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	umwelttechnische Felduntersuchungen und Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**22 30 00 Persönliche Schutzausrüstung,
Arbeitsmedizinische Vorsorge,
Messtechnische Begleitung**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
22 31 00	Persönliche Schutzausrüstung					
	Atemschutz (nach BGR 190)					
01	Filtergerät als Halbmaske ohne Gebläseunterstützung liefern, vorhalten, warten	Stck.	3,95	1.005,00	67,68	66
	für Filterklasse A2/P3		3,95	520,00	x 1,0	
	für Filterklasse Hg-P3		10,00	1.005,00	x 2,5	
02	Filtergerät als Vollmaske für Filter Klasse A / P liefern, vorhalten und warten	Stck.	0,69	895,70	195,46	12
	für Filterklasse A2/P3		0,69	895,70	x 1,0	
	für Filterklasse Hg-P3		#	#	x #	
03	Filtergerät als Voll- oder Halbmaske liefern, vorhalten und warten	Stck.	0,69	1.800,00	71,20	99
	ohne Gebläseunterstützung		10,00	483,68	x 1,0	
	mit Gebläseunterstützung		0,69	1.800,00	x 3,9	
04	Filternde Halbmasken FF P2 / P3 liefern und vorhalten	Stck.	0,01	152,63	37,73	35
05	Kombinationsfilter für Filtergeräte liefern und vorhalten, einschl. Sammlung und Entsorgung der benutzten Filter	Stck.	0,59	826,32	19,75	114
	Klasse A2/P3 (DIN EN 141)		0,59	135,49	x 1,0	
	Klasse ABEK2 P3 (DIN 3181)		3,37	75,00	x 1,1	
	Klasse A2B2E1K1 (DIN EN 141)		0,69	121,65	x 1,8	
	Klasse A2/B2-P3		12,27	74,06	x 1,9	
	Klasse Hg-P3		5,70	826,32	x 5,1	
06	Partikelfilter für Filtergeräte liefern und vorhalten, einschl. Sammlung und Entsorgung der benutzten Filter	Stck.	0,51	48,00	11,95	63
	Klasse FF P2		#	#	x #	
	Klasse P2		0,51	34,20	x 1,0	
	Klasse P3		0,53	48,00	x 1,2	
07	Fluchtgeräte als Filtergerät (Selbstretter, Chemikal-Sauerstoff-Gerät) liefern, vorhalten und entsorgen	Stck.	5,52	283,48	160,23	10
	Körperschutzmittel					
08	Bau-Sicherheitsschuhe liefern und ständig vorhalten	Stck.	5,75	39,95	29,77	6
09	Bau-Sicherheitsstiefel liefern und ____ Stück ständig vorhalten	Stck.	10,54	55,93	18,25	48
10	Einweg-Schutzkleidung nach EG-Kat. III (gegen Stäube, Sprühnebel wasserl. Chemikalien + org. Chemikalien, Spritzer) in ausreichender Anzahl liefern, vorhalten und Besuchern / Beschäftigten zur Verfügung stellen, einschl. Sammlung + Entsorgung	Stck.	7,36	72,00	25,69	22
11	Einweg-Schutzkleidung nach EG-Kat. II (gegen Stäube, Sprühnebel wasserl. Chemikalien, Spritzer, wasserdicht z. B. bei Hochdruckreinigungsarbeiten) liefern, vorhalten, einschl. Sammlung + Entsorgung	Stck.	0,69	135,34	20,96	31
12	Einweg-Überschuhe liefern und ____ Stück ständig vorhalten, einschl. Sammlung und Entsorgung	Stck.	0,01	188,03	6,90	63

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**22 30 00 Persönliche Schutzausrüstung,
Arbeitsmedizinische Vorsorge,
Messtechnische Begleitung**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
13	Fußschutz mit zusätzlicher, über die Schutzfunktion eines üblichen Sicherheitstiefels S 5 Kat. II nach DIN EN 345 hinausgehender Schutzfunktion gegen Gefahrenstoffe liefern, vorhalten und entsorgen	Stck.	3,07	4,80	3,89	4
14	Gesichtsschutzschirm DIN 58214 Teil 5 liefern, vorhalten, warten	Stck.	0,10	607,80	26,00	34
15	Persönliche Schutzausrüstung (Sicherheitsschuhe Kat. S3 DIN EN 345, Industrieschutzhelm DIN EN 397, Arbeitshandschuhe mind. DIN EN 420) liefern und vorhalten	Stck.	6,84	64,90	31,77	5
16	Schutzhandschuhe, degradationsbeständig und nicht permeabel gegenüber erwarteten Gefahrstoffen (DIN EN 374 T3) in ausreichender Anzahl für Beschäftigte liefern, vorhalten einschl. Entsorgung	Stck.	0,61	38,35	4,46	105
17	Überzieh-Handschuhe aus Kevlar zum Schutz der Schutzhandschuhe	Stck.	1,37	14,63	7,04	6
18	Unterzieh-Handschuhe aus Baumwolle (DIN EN 420) liefern und vorhalten	Stck.	0,53	6,50	2,45	5
19	Schutzhelm mit Gesichtsschutzschirm DIN EN 397	Stck.	5,14	48,49	23,04	17
20	Vollschutzanzug (Ausführung gem. A+S-Plan) liefern und ____ Stück ständig vorhalten, einschl. Sammlung und Entsorgung der benutzten Schutzanzüge	Stck.	59,23	4.857,27	709,82	23
22 32 00	Erschwerniszulagen					
01	Erschwerniszulage für Arbeiten in kontaminierten Bereichen mit persönlicher Schutzausrüstung, leichte Schutzstufe (Halbmaske, Schutzstiefel, -handschuhe, Schutzanzug)	h	0,01	18,84	5,26	31
02	Erschwerniszulage für das Tragen von Vollschutzanzügen, Vollschutz	h	3,78	175,00	33,71	23
03	Erschwerniszulage für das Tragen von Filtergeräten ohne Gebläseunterstützung	h	1,27	191,73	13,31	89
04	Erschwerniszulage für das Tragen von Filtergeräten mit Gebläseunterstützung	h	3,00	153,39	24,56	35
05	Erschwerniszulage für das Tragen von Isoliergeräten	h	#	#	#	0
22 33 00	Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Orientierende Kostenansätze, empfohlen: Kostenerstattung auf Nachweis)					
01	Basisprogramm	psch.	52,70	511,29	217,42	11
02	G 1.1 Silikogener Staub	Stck.	#	#	#	0
03	G 1.2 Asbesthaltiger Staub	Stck.	#	#	#	0
04	G 1.3 Keramikfaserhaltiger Staub	Stck.	58,30	58,30	58,30	1
05	G 2 Blei	Stck.	20,90	20,90	20,90	4
06	G 8 Benzol	Stck.	#	#	#	0
07	G 9 Quecksilber und -Verbindungen	Stck.	#	#	#	0
08	G 9 Quecksilber und -Verbindungen + G 26 I und II	Stck.	25,00	366,00	183,74	11
09	G 11 Schwefelwasserstoff	Stck.	#	#	#	0
10	G 13 Tetrachlormethan	Stck.	#	#	#	0
11	G 14 Trichlorethen	Stck.	19,20	20,90	19,77	3
12	G 15 Chrom VI-Verbindungen	Stck.	36,40	36,40	36,40	1
13	G 16 Arsen und -Verbindungen	Stck.	25,20	25,20	25,20	2
14	G 17 Tetrachlorethen	Stck.	20,90	20,90	20,90	1
15	G 18 Tetrachlorethan, Pentachlorethan	Stck.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**22 30 00 Persönliche Schutzausrüstung,
Arbeitsmedizinische Vorsorge,
Messtechnische Begleitung**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
16	G 27 Isocyanate	Stck.	#	#	#	0
17	G 26.1 Atemschutzgeräte (Geräte bis 3 kg)	Stck.	185,34	5.767,37	2.299,53	19
18	G 26.2 Atemschutzgeräte (Geräte bis 5 kg)	Stck.	42,00	59,20	50,60	2
19	G 26.3 Atemschutzgeräte (Geräte über 5 kg)	Stck.	#	#	#	0
20	G 29 Benzolhomologe (Toluol, Xylole)	Stck.	31,90	31,90	31,90	1
21	G 32 Cadmium und -Verbindungen	Stck.	#	#	#	0
22	G 33 Aromatische Nitro- und Aminoverbindungen	Stck.	#	#	#	0
23	G 36 Vinylchlorid	Stck.	#	#	#	0
24	G 38 Nickel und -Verbindungen	Stck.	#	#	#	0
25	G 40 Krebs erzeugende Arbeitsstoffe	Stck.	25,31	32,90	29,11	2
26	G 43 Biotechnologie	Stck.	#	#	#	0
27	Arbeitsmedizinische Nachsorgeuntersuchung	psch.	511,29	511,29	511,29	2
28	Untersuchung nach TBG-Leitfaden	psch.	#	#	#	0
22 34 00	Messungen zur Arbeitsplatzüberwachung					
	Gestellung Messgeräte					
01	Analyser CMS zur Messung der Momentankonzentration liefern, vorhalten und warten	Wo	61,36	320,07	177,87	3
02	Ex-Warngerät liefern, vorhalten und warten, mit akustischer Warneinrichtung einschl. Betrieb	Wo	2,56	386,54	108,91	6
03	Flammenionisationsdetektor (FID) bereitstellen, vorhalten und warten	psch.	#	#	#	0
04	Photoionisationsdetektor (PID) bereitstellen, vorhalten, betreiben, warten und wieder entfernen	Stck.	76,69	3.000,00	1.030,87	25
05	Photoionisationsdetektor (PID) liefern, vorhalten und warten	Wo	49,08	354,66	175,37	7
06	Gasspürgerät liefern, vorhalten und wieder entfernen zur Messung der Umgebungsluft mittels direktanzeigender Prüfröhrchen (z.B. Dräger o.ä.)	Stck.	480,00	675,00	551,67	3
07	Gasspürgerät ex-geschützt zur kontinuierlichen Messung (Viergasmessgerät) mit Zubehör bereitstellen, vorhalten und warten (Messung CO ₂ , O ₂ , H ₂ S, brennbare Gase und Dämpfe; mit Alarmfunktion (gem. GUV 17.4 und BGR 104)	Stck.	50,00	2.680,00	565,13	14
08	Gasspürgerät ex-geschützt zur kontinuierlichen Messung (Dreigasmessgerät) mit Zubehör (Datenlogger, 30 m Vitonschlauch mit Sensoren) bereitstellen, vorhalten und unterhalten (Messung CH ₄ , O ₂ , H ₂ S; mit Alarmfunktion	Stck.	4.500,00	9.408,00	6.721,60	5
09	Gasspürgerät zur kontinuierlichen Messung (Ex-Ox-Tox-Messgerät) liefern, vorhalten und warten	Wo	41,68	337,96	153,13	3
10	Gasspürpumpe und Prüfröhrchen bereitstellen, vorhalten und warten	Wo	2,70	228,70	55,11	37
11	Gasspürröhrchen					
	liefern	Stck.	1,70	27,79	14,89	10
	liefern und vorhalten	Wo	5,88	41,68	25,06	3
12	Mehrfachgaswarngerät, explosionsgeschützt bereitstellen, vorhalten, warten					
	bereitstellen, vorhalten, warten, entfernen	Stck.	51,13	5.402,82	1.090,13	37
	bereitstellen, vorhalten, warten	Wo	97,15	130,38	114,56	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**22 30 00 Persönliche Schutzausrüstung,
 Arbeitsmedizinische Vorsorge,
 Messtechnische Begleitung**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
13	Probennahmeeinrichtung Gas/Staub zur kombinierten Probennahme von Gas und Staub gem. VDI-Richtlinie 3498 liefern, installieren, inbetriebnehmen und abbauen	Stck.	270,81	1.687,26	884,81	8
14	Vorhalten und Betreiben der Probennahmeeinrichtung Gas/Staub	Wo	15,34	559,32	199,08	8
	Durchführung von Messungen					
15	Anlage zur Überwachung der BTEX-Emissionen in der Baugrube vorhalten und betreiben	Wo	76,69	332,34	172,56	4
16	Atemluftüberwachung durch Messungen mittels PID, Mehrfach-Messgerät, CMS-Chips, Dräger-Röhrchen usw. durchführen, einschl. Dokumentation, Abrechnungsgrundlage ist die Summe der einzelnen Messzeiten	h	43,46	83,37	59,62	9
17	Atemluftüberwachung mit vom AG gestellter Messtechnik im Weiss-Bereich durchführen, Bereich mit Schutzstufe 1, incl. Dokumentation von PID, Multiwarn-Gasspürgerät zur Messung von O ₂ , CO ₂ , CH ₄ und Gaspumpe mit Prüfröhrchen zur Messung von Benzol und Chlorbenzol	psch.	15,95	212,85	94,56	6
	Zulage bei Luftüberwachung unter Schutzstufe 2, incl. Tragen der persönlichen Schutzausrüstung der Stufe 2	psch.	16,06	36,81	27,69	6
	Zulage bei Luftüberwachung unter Schutzstufe 3, incl. Tragen der persönlichen Schutzausrüstung der Stufe 3	psch.	31,91	55,23	49,57	6
18	Freigabemessungen gemäß VDI-Richtlinie 3492 Bl. 2 nach Asbestentfernung vor Abbau der Abschottung	Stck.	#	#	#	0
19	Gasspürgerät ex-geschützt (Dreigasmessgerät) kontinuierlich betreiben einschl. Aufbewahrung und Dokumentation der Messergebnisse	Wo	0,01	41,00	23,50	4
20	Gasspürgerät ex-geschützt (Viergasmessgerät) vorhalten, unterhalten und betreiben (Messung CH ₄ , O ₂ , H ₂ S, CO ₂ ; mit Sensoren für Gasgefahr; mit Alarmfunktion)	Wo	23,00	51,20	39,62	3
21	Gefahrstoffmessungen mittels Prüfröhrchen und Gasspürpumpe bzw. Chipmesssystem	Stck.	20,90	112,48	68,00	14
22	Immissionsmessungen zur Ermittlung der Luftbelastung durch staubgebundenes Quecksilber	Stck.	157,37	1.746,00	678,57	11
23	Kontinuierliche Arbeitsplatzmessung mit Viergasmessgerät und ggf PID einschl. Dokumentation, Auswertung und Lohnaufwand Messtechniker	Wo	28,85	2.084,08	350,00	12
24	Staubmessung der Umgebungsluft über Luftsammlerfilter und Luftsammelpumpe	Stck.	40,00	52,00	46,75	4
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

22.3.3 Literatur

Ergänzend zum Kapitel 22.1.3 wird nachfolgend weiterführende Literatur für die Bereiche Persönliche Schutzausrüstung, Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung und Messtechnische Begleitung zusammengestellt.

BGR 189 BG-Regel „Einsatz von Schutzkleidung“, Ausgabe April 1994, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 190 BG-Regel „Einsatz von Atemschutzgeräten“, Ausgabe Oktober 1996, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 191 BG-Regel „Einsatz von Fuß- und Beinschutz“, Ausgabe Juli 2000, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 192 BG-Regel „Einsatz von Augen- und Gesichtsschutz“, Ausgabe Juli 2001, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 193 BG-Regel „Einsatz von Kopfschutz“, Ausgabe Januar 2000, aktualisierte Fassung 2002, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 194 BG-Regel „Einsatz von Gehörschützern“, Ausgabe April 1998, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 195 BG-Regel „Einsatz von Schutzhandschuhen“, Ausgabe April 1994, aktualisierte Fassung 1995, neu April 2003, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 197 BG-Regel „Benutzung von Hautschutz“, Ausgabe April 2001, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

DIN EN 133 „Atemschutzgeräte; Einteilung“

DIN EN 134 „Atemschutzgeräte; Benennung von Einzelteilen“

DIN EN 397 „Industrieschutzhelme“

Rumler, R., König, K.: Leitfaden der arbeitsmedizinischen Betreuung von Arbeitnehmern in kontaminierten Bereichen, Tiefbau-Berufsgenossenschaft (Arbeitsmedizinischer Dienst), 2. Auflage München 1993.

22.3.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Anbieter von Arbeitsschutzausrüstung sowie zugelassene arbeitsmedizinische Dienste (Vorsorgeuntersuchung) können bei den Berufsgenossenschaften angefragt werden.

23 Verbau- und Rammarbeiten

23.1 Verbauarbeiten

23.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Leistungsbereich beschreibt und kalkuliert Leistungen des Spezialtiefbaus im Zuge der Verkleidung der Wände und Sicherung der Standfestigkeit von Baugruben, Gräben, Fangedämmen, Geländesprüngen u.ä. durch Verbau gemäß den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) „Verbauarbeiten“ DIN 18303. In den Leistungsbereich wurde zudem der Verbau mit tangierenden Bohrpfahlwänden nach DIN 4014 (Ausführung) und DIN 1054 (Bemessung) aufgenommen.

Die kalkulierten Leistungen orientieren sich am Leistungsprofil des StLB LB 006. Das Verbaumaterial wird i.d.R. nur vorgehalten und am Ende der Baumaßnahme wiedergewonnen. Soweit Teile des Verbaus nicht ausgebaut werden (können), müssen sie mit dem Zeitwert wie Baustoffe in die Kalkulation mit eingehen. Unterstützende oder Spezialleistungen, wie das Bohren und Setzen von Ankern und das Durchörteren von Fels der Bodenklassen 6 und 7 werden durch die beschriebenen Leistungsbereiche überschlägig mit erfasst. Obwohl der Leistungsbereich durch das Standardleistungsbuch für das Bauwesen zusammengefasst wird, erfolgt aus Flexibilitätsgründen hinsichtlich der überschlägigen Kalkulation mit Kostenmodulen eine Trennung in Verbauarbeiten und Rammarbeiten.

Die ATV DIN 18303 gilt nicht für Verbauarbeiten an unterirdischen Hohlräumen und nicht für den Lebendverbau. Sie gilt nicht für die bei Verbauarbeiten auszuführenden Erdarbeiten (siehe ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“) und Bohrarbeiten (siehe ATV DIN 18301 „Bohrarbeiten“) sowie für die Ausführung von Rammarbeiten zum Herstellen und Beseitigen des Verbaus (siehe Abschnitt 3 „Ausführung“ der ATV DIN 18304 „Rammarbeiten“).

Die ATV DIN 18304 gilt nicht für Ortbetonpfähle.

23.1.2 Kostenermittlung

23.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Verbau liefern, einbauen, beseitigen	m ²	
Träger, Steifen, Anker, Gurtungen etc. liefern, einbauen, beseitigen		
inkl. Verkleidung (Bohlen, Spundwände, Pfahlwände etc.)	m ²	
ohne Verkleidung	m	t
Verbau vorhalten	m ² Wo	
Verlorener Verbau	m ²	
Verlorene Träger	t	m
Durchdringungen herstellen	m ²	Stck.
Durchörteren von Beton / Fels als Zulage	h	

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Bei Abrechnung nach Flächenmaß wird die Fläche aus der Länge und den Tiefen des Verbaus ermittelt.
- Die Länge wird in der Achse des Verbaus gemessen, wobei Träger u.ä. übermessen werden.
- Die Tiefen werden gemessen von 5 cm über Gelände oder Schutzstreifen oder von der vorgeschriebenen Oberkante des Verbaus
 - bei Bohlwänden aus Holz, Stahl, Beton und dergleichen bis zur Baugrubensohle,
 - bei Spund-, Pfahl- oder Schlitzwänden bis zur Unterkante der Wand.
- Bei Abrechnung nach Längenmaß gilt
 - für Gurtungen die in der Achse des Verbaus gemessene Länge,
 - für Anker das Maß zwischen erdseitigem Ankerende und Unterfläche der Ankerplatte.

Das Kostenmodul für Verbauarbeiten berücksichtigt die maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung. Dazu gehören die Zusammenstellung und der An- und Abtransport aller notwendigen Gerätschaften und Werkzeuge, deren Vorhaltung für die Dauer der Baumaßnahme, die anschließende Reinigung und Wiedereinräumung am Bauhof, sowie die Fahrtkosten für das Bedienungspersonal einschließlich aller Ver- und Entladelöhne. Kalkulationsgrundlage ist die Verbaufäche für einen „Berliner Verbau“. Andere Verbauarten, wie der Verbau für Gräben mit Verbaukästen, Verbauplatten, waagerechter oder senkrechter Normverbau oder ein Verbau aus Kanaldielen wird hier nicht berücksichtigt. Der übliche Baugrubenverbau aus Stahlspundbohlen lässt sich anhand der Kostenansätze für Rammarbeiten kalkulieren. Die Basiskosten für den Verbau werden verändert durch die freie Verbauhöhe, die Rüttel- bzw. Rammfähigkeit des Bodens, sowie über die Art des Einbaus (temporär bzw. zeitlich unbegrenzt).

LEISTUNGSBEREICH 23-10-00	VERBAUARBEITEN
BAUSTELLENEINRICHTUNG	
maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung	Kostenansatz BE [€]
pauschal	7.300,00
BASISKOSTEN VERBAU (Berliner Verbau)	
Verbaufäche Vfl [m²]	Kostenansatz Verbaufäche KAVfl [€/m²]
	147,00
VERBAUHÖHE	
freie Wandhöhe des Verbaus [m]	Kostenfaktor Verbauhöhe VH
0 – 4	1,0
4 – 7	1,1
> 7	1,25
BODEN	
Standfestigkeit des Bodens	Kostenfaktor Boden Bo
bei standfesten Böden einbauen	1,0
bei rolligen Böden einbauen	1,6
DAUER DER MAßNAHME	
zeitliche Dauer der Maßnahme	Kostenansatz Sanierungsdauer SD [€/m²]
begrenzt	-
Verbau bleibt dauerhaft im Boden (Zulage verlorener Verbau)	3,00
Kosten LB 23-10-00 = BE[€] + Vfl x (KAVfl [€/m²] x VH x Bo) + SD[€/m²] x Vfl = _____ €	

23.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 72-00-00	Vertikale Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung, Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

23 10 00 Verbau

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
23	11	00					
		Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung					
	01	Baustelleneinrichtung für den Spezialtiefbau; erforderliche Geräte / Werkzeuge liefern, vorhalten, reinigen, wiedereinräumen am Lager; Transport- /Fahrtkosten	psch.	971,00	15.000,00	7.289,23	32
	02	Baustelleneinrichtung und -räumung Verbau (für 1 Bohrgerät): Einrichten u. Räumen der Baustelle, Vorhalten der Baustelleneinrichtung inkl. Transporte, Anschlüsse, Energie/Wasser, Schutz-, Absperr- und Sicherungsmaßnahmen	psch.	4.900,00	7.887,76	6.798,79	9
	03	Baustelleneinrichtung und -räumung Anker (für 1 Ankerbohrgerät): Einrichten u. Räumen der Baustelle, Vorhalten der Baustelleneinrichtung inkl. Transporte, Anschlüsse, Energie/Wasser, Schutz-, Absperr- und Sicherungsmaßnahmen	psch.	2.500,00	4.285,71	3.671,81	9
	04	Anschüttung einer tragfähigen Rampe zur Durchführung der Verbauarbeiten einschl. aller Erd- und Verdichtungsarbeiten Material:	psch.	250,00	12.790,54	2.448,42	18
		Bodenaushub der Baustelle		250,00	7.128,84	x 1,0	
		angeliefertes Fremdmaterial		510,00	12.790,54	x 1,9	
	05	Vorhaltung des Verbaus verlängern	m²Wo	0,91	3,01	1,52	6
23	12	00					
		Baugrubenverbau					
	01	Berliner Verbau (gem VOB DIN 18 303) herstellen, Bkl 3-5; einschl. Wiederabbau Verbauträger:	m²	88,89	310,00	146,94	27
		einrütteln		88,89	310,00	x 1,15	
		in vorhandene Bohrlöcher einstellen;		118,11	251,00	x 1,0	
		Verfüllen mit Kies,					
		im Einspannbereich mit Beton					
		freie Verbauwandhöhe:					
		bis 4,0 m		118,19	217,50	x 1,0	
		bis 7,0 m		118,11	310,00	x 1,1	
		> 7,0 m		#	#	x #	
		Aussteifung, Verankerung:					
		Aussteifung durch Gurte		#	#	x #	
		Verpressankersystem (DIN 4125)		88,89	310,00	x 1,1	
	02	Abfuhr Trägerbohlwand zur eigenen Verwertung	m²	7,60	22,23	13,52	3

LB-AF Nr. Leistungsbereich

23 10 00 Verbau

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Vertikaler Verbau für Baugruben herstellen, vorhalten und beseitigen; im Bereich von Gebäuden / Einrichtungen, wo keine Abböschung möglich ist; einschl. Statik für jede Verbaueinheit, Bkl. 2-5, Verbautiefe bis 6 m	m²	0,01	920,33	50,82	64
04	Bohrung als Vollbohrung im Trockenbohrverfahren herstellen, Bkl. 3-5, Bohrlochdurchmesser 200-300 mm, Bohrtiefe 5-10 m Bohrtiefe: bis 10 m bis 20 m Bodenklasse: Bkl. 1-5 Bkl. 6-7	m	13,06 13,06 50,00 13,06 48,96	465,00 47,24 75,00 75,00 465,00	40,68 x 1,0 x 1,5 x 1,0 x 3,3	31
05	Bohrgerät mit allem Zubehör umsetzen, Entfernung 10-100 m	Stck.	14,15	58,04	46,28	6
06	Verbauträger (Profil HE 260 A) liefern, in vorhandenes Bohrloch einbauen, vorhalten, ausbauen; Fußunterfüllung mit B 10, Einspannbereich verfüllen mit B 10	m	5,22	46,38	30,99	10
07	Verbauträger (Profil 2 U 400) liefern, einbauen und vorhalten, inkl. Fußplatte und Lasche, Trägerlänge bis 20 m, als verlorene Träger	t	465,00	682,81	563,32	9
08	Verbauträger kürzen bis 1,5 m unter GOK, abtrennen und Trägerstück beseitigen, inkl. Freiraum- und Erdarbeiten	t	134,21	709,71	402,30	10
09	Verbauträger kürzen bis 1,5 m unter GOK, abtrennen und Trägerstück beseitigen	Stck.	22,23	96,63	64,45	12
10	Verlorene Verbauträger als Zulage	t	246,22	292,96	260,31	6
11	Holzausfachung für Berliner Verbau liefern, vorhalten und beseitigen, inkl. Verkeilung, Hinterfüllung, Mindestdicke d = 10 cm, Schnittklasse B/C	m²	29,10	63,77	39,28	27
12	Holzausfachung beseitigen bis 1,5 m unter GOK, inkl. Erdarbeiten	m²	5,37	31,99	14,51	14
13	Verlorene Holzausfachung als Zulage	m²	0,54	6,02	2,86	10
14	Verpressanker (System DYWIDAG 2 x 0,6 ") einbauen, einschl. Bohrloch herstellen, Ankerkopf nachspannen und versenken, Ankerlänge bis 10 m, Ankergebrauchslast 150-170 kN, Neigung 15-25 °	Stck.	62,21	851,75	513,44	18
15	Injektionsanker nach DIN 4125 liefern u. einbauen, einschl. Bohrung erstellen, Ankerkörper herstellen und verpressen (5 x 0,6 "-Litzen); Ankerköpfe liefern, setzen, spannen; Abnahmeprüfung; Ankerlänge bis 20 m, Ankergebrauchslast bis 500 kN, Neigung bis 30 °	m	43,00	65,00	53,52	9
16	Absturzsicherung mit Handlauf und Kniesturz herstellen	lfm	14,83	27,29	19,32	3
23 13 00	Grabenverbau					
01	Dielenkammerverbau, Grabentiefe 5 m, Dielenlänge 6 m, liefern, vorhalten, rückbauen, umsetzen und abfahren	m²	37,58	108,53	60,10	6
02	Rahmengestützter Verbau für Rohrgrabenwände liefern, vorhalten, umsetzen und beseitigen Baugrubentiefe: bis 4 m bis 6 m	m²	0,86 0,86 1,14	59,20 13,66 59,20	3,86 x 1,0 x 4,4	17

LB-AF Nr. Leistungsbereich

23 10 00 Verbau

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	03	Grabenverbau für Leitungsarbeiten herstellen, vorhalten und entfernen, einschl. aller erforderl. Verankerungen/ Aussteifungen, Grabenbreite bis 2 m, Aushubtiefe bis 4 m, inkl. Prüfstatik	m ²	8,15	206,99	90,59	12
23 14	00	Unterfangungen					
	01	Unterfangung nach DIN 4123 herstellen, inkl. aller erforderl. Erdarbeiten; Liefern und Einbauen von Beton B 25 einschl. der erforderl. Schalung und Bewehrung (Unterfangungshöhe 2,5 m)	m ³	150,00	555,00	354,82	0
	02	Unterfangung nach DIN 4123 / 4124 herstellen, einschl. aller Erd-, Verbau-, Schalungs- und Betonarbeiten, erforderl. Verankerungen und Aussteifungen, Prüfstatik; abzurechnende Fläche: Unterkante Fundamente bis Baugrubensohle	m ²	160,29	1.091,83	495,67	15
23 15	00	Durchdringungen					
	01	Fachgerechte Durchdringung der Trägerbohlwand inkl. aller Material- und Lohnkosten herstellen (Kreuzung des Baugrubenverbaus mit im Betrieb befindlicher Abwasserleitung)	Stck.	68,38	1.643,70	595,29	5
	02	Fachgerechte Durchdringung der Trägerbohlwand inkl. aller Material- und Lohnkosten herstellen (Kreuzung des Baugrubenverbaus mit im Betrieb befindlicher Abwasserleitung)	m ²	20,00	81,00	50,50	2
	03	Fachgerechte Durchdringung des Grabenverbaus inkl. aller Material- und Lohnkosten herstellen (Kreuzung des Grabenverbaus mit im Betrieb befindlichen Leitungen / Kabel)	Stck.	64,90	1.643,70	579,59	15
		Wasserleitung (GGG, NW 80)		64,90	1.643,70	x 1,0	
		Gasleitung (St, NW 150)		64,90	1.643,70	x 1,1	
		Elektrokabel		64,90	1.643,70	x 1,1	
23 16	00	Erstellung von tangierenden Bohrpfählen					
	01	Bohrpfahlwand tangierend herstellen, Bkl. 3-5, inkl. Umsetzen des Bohrgerätes, Ein- und Ausbau der Bohrverrohrung, Einbau der Bewehrungskörbe, Liefern und Einbauen des Betons B 25; Durchmesser / Abstand der Bohrungen 62 / 65 cm; Tiefe bis 7 m uGOK; freie Wandhöhe 4 m	m ²	194,28	349,13	254,25	13
	02	Bohrschablone herstellen	m	83,53	547,43	181,72	10
	03	Leerbohrung herstellen, für die Einringung der Pfähle, Bohrtiefe 1 m Bohrdurchmesser:	m	12,44	58,80	43,89	13
		62 cm		12,44	58,80	x 1,0	
		88 cm		55,70	55,70	x 1,2	
	04	Betonstahl 500 S für Spiralbewehrung liefern, einschl. Ablängen der Bewehrungsseisen, Herstellung von Bewehrungskörben, Transport vom Herstellungsplatz zum Einbauort (ca. 515 kg / Bohrpfahl)	t	487,28	682,31	603,05	8
	05	Verpressanker als Temporäranker (System DYWIDAG 5 x 0,6 ") einbauen, einschl. Bohrloch herstellen, Ankerkopf nachspannen und versenken, Ankerlänge bis 10 m, Ankergebrauchslast 500 kN, Neigung 15-25 °	Stck.	155,52	1.085,50	577,58	10

LB-AF Nr. Leistungsbereich

23 10 00 Verbau

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
06	Gurtung liefern und herstellen, Länge 2 x 40 m	t	442,78	1.306,37	876,96	9
07	Durchhörtern von Fels und Beton, als Zulage, Einsatz von Meißeln bzw. Kernrohren	h	161,15	547,43	264,05	13
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

23.2 Rammarbeiten

23.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Leistungsbereich gilt für das Rammen und Ziehen von Pfählen, Trägern, Bohlen und Spundwänden gemäß ATV „Rammarbeiten“ DIN 18304. Für das Rütteln gilt sie entsprechend.

Die kalkulierten Leistungen orientieren sich am Leistungsprofil des StLB LB 006. Obwohl der Leistungsbereich durch das Standardleistungsbuch für das Bauwesen zusammengefasst wird, erfolgt aus Flexibilitätsgründen hinsichtlich der überschlägigen Kalkulation mit Kostenmodulen eine Trennung in Verbauarbeiten und Rammarbeiten.

23.2.2 Kostenermittlung

23.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Spundbohlen liefern, einbauen, beseitigen		
aus Holz, Stahlbeton	m ²	
aus Stahl	t	Stck.
Träger, Pfähle liefern, einbauen, beseitigen		
aus Holz, Stahlbeton	Stck.	
aus Stahl	t	Stck.
Bohlen, Träger, Pfähle vorhalten	t	
Verlorener Verbau	m ²	
Verlorene Träger	t	m
Gurtung, Aussteifung liefern, einbauen	t	
Durchdringungen herstellen	m ²	Stck.
Ankerbohrung herstellen	m	
Durchhörtern von Beton / Fels als Zulage	h	

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Wird das Liefern oder Vorhalten der Pfähle, Träger oder Bohlen aus Stahl nach Gewicht abgerechnet, dann ist maßgebend das errechnete Gewicht, bei deutschen genormten Stählen nach den Gewichten der DIN-Norm (Nenngewichten), bei anderen Stählen nach den Gewichten des Profilbuchs des Erzeugerwerkes.
- Das Rammen der Pfähle, Träger oder Bohlen wird nach den unter die Ramme genommenen Längen und durchrammten Tiefen angerechnet.
- Bei Bohlwänden gelten die Maße in der Wandachse.

Mit Hilfe des Kostenmodules für Rammarbeiten lassen sich

a) die Kosten für einen Verbau aus Stahlspundbohlen und

b) die Kosten für eine Spundwand als vertikale Sicherungsmaßnahme im Zuge der Einkapselung einer Altlast ermitteln.

Als Spundwandprofil wird das System Larssen 23 StSpS zugrundegelegt. Änderungen der Profile / Systeme oder Schlösser sind bei der Preisermittlung entsprechend zu berücksichtigen.

LEISTUNGSBEREICH 23-20-00	RAMMARBEITEN
BAUSTELLENEINRICHTUNG	
maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung	Kostenansatz BE [€]
pauschal	11.400,00
BASISKOSTEN SPUNDWAND	
Spundwandfläche SWfl [m²]	Kostenansatz Spundwand KASW [€/m²]
	36,00
SPUNDWANDHÖHE	
Wandhöhe der Spundung [m]	Kostenfaktor Verbauhöhe VH
0 – 10,00 m	1,0
> 10,00 m	1,2
BODEN	
Rüttel- / Rammfähigkeit des Bodens	Kostenfaktor Boden Bo
Bodenklasse 3	0,8
Bodenklasse 4	1,0
Bodenklasse 5	1,2
DAUER DER MAßNAHME	
zeitliche Dauer der Maßnahme	Kostenansatz Sanierungsdauer SD [€/m²]
begrenzt	-
Spundwand bleibt dauerhaft im Boden (Zulage für verlorenen Verbau)	58,00
Kosten LB 23-20-00 = BE[€] + SWfl x (KASW [€/m²] x VH x Bo) + SD[€/m²] x SWfl = _____ €	

23.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 72-00-00	Vertikale Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung, Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

23 20 00 Rammarbeiten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
23 21 00	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung Rammarbeiten					
	01 Baustelleneinrichtung für den Spezialtiefbau; (erforderliche Geräte / Werkzeuge liefern, vorhalten, reinigen, wiedereinräumen am Lager; Transport- /Fahrtkosten)	psch.			10225,84 *	
	02 Spezielle Baustelleneinrichtung für den Baugrubenverbau einrichten, vorhalten und betreiben (einschl. mäklergeführtem Einpressgerät und geeignetem Gerät zur Hindernisbeseitigung)	psch.	4.466,43	38.398,02	11.474,43	7
	03 Spezielle Baustelleneinrichtung für den Baugrubenverbau räumen	psch.	3.490,86	8.385,19	5.007,36	7
	04 Baustelleneinrichtung Vorbohrgerät	psch.			869,20 *	
	05 Baustelleneinr. Ramm-/ Rüttelgerät	psch.	2.881,13	5.787,82	4.067,66	6
	06 Baustelleneinr. Hochdruckspülanlage	psch.			4346,00 *	
	07 Baustelleneinrichtung für Einpressgerät	psch.	3.420,54	21.461,48	8.863,49	6
	08 Baustelleneinrichtung für Vibrationsramme	psch.	787,86	6.938,23	2.702,54	6
23 22 00	Rammarbeiten					
	01 Stahlspundbohlen liefern	t	105,02	1.067,58	642,16	39
	bis 50 t		105,02	1.067,58	x 1,0	
	50 bis 100 t		205,80	886,58	x 1,0	
	> 100 t		235,91	755,55	x 0,9	
	02 Stahlspundbohlen einpressen/ einrammen/ einrütteln (ohne Lieferung)	m²	0,51	88,20	20,33	193
	einpressen		0,95	88,20	x 1,2	
	einrammen		0,51	36,73	x 1,0	
	einrütteln		2,68	38,08	x 1,1	
	Bohlenlänge:					
	6 - 9 m		0,51	82,32	x 1,0	
	9 - 11 m		0,51	88,20	x 1,1	
	11 - 13 m		0,51	82,32	x 1,1	
	13 - 15 m		0,51	88,20	x 1,2	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

23 20 00 Rammarbeiten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Stahlpundbohlen liefern und rammen / rütteln / pressen; einschl. Vorhalten und Ziehen Bodenklasse: Bkl 3 Bkl 4 Bkl 5 Einbaulänge: bis 7,5 m 7,5 - 10 m über 10 m	m²	2,69	204,65	35,61 x 0,8 * x 1,0 * x 1,2 *	50
04	Stahlpundwand wasserdicht einschließlich Gurtung, Aussteifungen und Verankerungen liefern, herstellen, vorhalten, ausbauen	m²	26,93	150,00	91,58	19
05	Stahlpundbohlen als Eckbohlen liefern und einbauen, wasserdicht; als Zulage	Stck.	43,46	43,46	43,36	1
06	Zulage für werkseitig eingebaute Schlossdich- tung	m	3,02	12,78	5,39	8
07	Vorbohren / Spülen der Stahlpundwandgrün- dung; als Zulage	m²	11,35	23,01	17,18	2
08	Hindernisbeseitigung Tiefe: bis 1 m 1 - 3 m 3 - 5 m	m	20,45 20,45 75,67 100,72	894,76 153,39 460,16 894,76	81,89 x 1,0 x 2,4 x 4,4	21
09	statische Auflagerung für Stahlpundwand herstellen	m²			66,47 *	
10	Stahlpundbohlen an Gebäude anschließen (Beton-Injektion)	Stck.			281,21 *	
11	Herstellen und Beseitigen von erforderlichen Einbaulehren und Leitwänden	lfm	76,69	204,52	140,61	2
12	Gurtung liefern und einbauen	t	153,90	3.203,35	1.233,64	20
13	Aussteifung liefern und einbauen	t	933,06	1.977,42	1.257,52	7
14	Stahlpundbohlen höhengerecht abschneiden	m	12,78	114,66	38,75	13
15	Vorhaltung der Stahlpundbohlen verlängern	m²Wo			7,67 *	
16	verlorene Stahlpundbohlen als Zulage	m²	37,30	88,30	57,91	8
17	Durchörterung unbekannter Bauwerke aus Beton	m²	19,20	217,60	94,98	8
18	Durchörterung unbekannter Bauwerke aus Stahlbeton	m²	186,60	1.469,90	494,91	8
19	Ankerbohrung durch unbekannte Bauwerke aus Beton	m	19,20	190,30	50,43	8
20	Ankerbohrung durch unbekannte Bauwerke aus Stahlbeton	m	71,20	304,50	176,46	8
21	Ankerstangen liefern, einbauen und anspannen	t	1.300,57	4.250,19	2.947,48	7
22	Spannzugglieder liefern und einbauen	t	1.223,01	3.527,91	2.401,05	6
23 23 00	Rückbau					
01	Aussteifung und Gurtung demontieren (Ausge- bautes Material reinigen; Material wird des AN)	t	132,94	423,86	244,85	7
02	Ankerstangen 2,5" durchtrennen einschl. evtl. notwendiger Erdarbeiten	Stck.	31,53	42,35	36,58	7
03	Gurtung und Verankerung einschl. der losen Ankerstangen demontieren (Ausgebautes Material reinigen; Material wird Eigentum des AN)	t	132,94	341,03	231,33	14
04	Stahlpundbohlen erschütterungsarm ziehen (Material wird Eigentum des AN)	t	35,16	653,43	162,58	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich

23 20 00 Rammarbeiten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Gezogene Stahlspundbohlen reinigen (Anhaftungen abkratzen und abspülen; einschl. Sammlung der Feststoffe in gasdicht gedeckelten Containern und des Waschwassers in einem Tank)	psch.	4.438,01	16.524,95	10.588,16	7
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

24 Brunnenbau

24.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Leistungsbereich beschreibt die technischen Maßnahmen zur Erschließung, Untersuchung, Bewirtschaftung und Beobachtung des Grundwassers. Hierzu zählen alle bautechnischen Leistungen zum Brunnen- und Messstellenbau sowie zur Inbetriebnahme und zur Beobachtung der Funktionstüchtigkeit der Stelle.

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen „Bohrarbeiten“ ATV DIN 18301 gelten insbesondere zur Erkundung und Untersuchung des Untergrundes, zur Wassergewinnung und -einleitung, zur Grundwasserabsenkung, zur Entwässerung, zur Entgasung.

Die ATV DIN 18301 gilt auch für Bohrungen in kontaminierten Bereichen sowie für das Überbohren beim Rückbau von Brunnen.

Die ATV DIN 18301 gilt nicht für den Ausbau von Bohrungen (siehe ATV DIN 18302 „Brunnenbauarbeiten“) und Rohrvortriebsarbeiten (siehe ATV DIN 18319 „Rohrvortriebsarbeiten“).

Die ATV „Brunnenbauarbeiten“ DIN 18302 gilt für den Ausbau von Bohrungen zu Brunnen zur Wassergewinnung und -einleitung, zur Grundwasserabsenkung, zur Entwässerung, zur Entgasung.

Sie gilt auch für den Ausbau von Bohrungen zu Grundwasser-Beschaffenheitsmessstellen sowie für das Herstellen von Einsteigschächten. Sie umfasst auch den Rückbau und die Sanierung von Brunnen und Grundwasser-Beschaffenheitsmessstellen.

Die ATV DIN 18302 gilt nicht für die bei Brunnenbauarbeiten auszuführenden Erdarbeiten (siehe ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“) und Bohrarbeiten (siehe ATV DIN 18301 „Bohrarbeiten“).

Ergänzend wurden geophysikalische Untersuchungen in unverrohrten Bohrungen und an Grundwassermessstellen sowie Pumpversuche in den Leistungsbereich aufgenommen.

24.2 Kostenermittlung

24.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Handschachtung am Bohransatzpunkt	m ³	Stck.
Bohrung für Brunnen / GW-Messstelle herstellen, gestaffelt nach Enddurchmesser / Tiefen / Bodenarten	m	Stck.
Bohrschablonen herstellen und beseitigen	m	
Spülungszusätze	kg	
Bohreinrichtung umsetzen	Stck.	
Rohre für GW-Messstellen / Brunnen liefern und einbauen	m	
Mantelrohr liefern und einbauen	Stck.	
Schachtringe liefern und einbauen	Stck.	
Ringraumverfüllung liefern und einbauen	m	m ³
Filtersand / -kies liefern und einbauen	m	m ³
Abdichtung zwischen Bohrloch und Vollwandrohr herstellen	m	m ³
Bodenkappe liefern und einbauen	Stck.	
Brunnenkopf, Straßen- / Verschlusskappe liefern und einbauen	Stck.	

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Entsanden, Entschlammen, Klarspülen	Stck.	h
Pumpversuch durchführen	h	d
Pumpen ein- und ausbauen	Stck.	
Geophysikalische Untersuchungen im Bohrloch	m	Stck.

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Bohrungen, die aufgegeben werden müssen, und im Boden verbleibende Rohre einschließlich Rohrverbindungen, die nicht gezogen werden können, werden abgerechnet wie ausgeführte Leistungen, es sei denn, dass die Ursache der Auftragnehmer zu vertreten hat.
- Die Bohrlänge wird ermittelt vom plangemäßen Bohransatzpunkt bis zur vereinbarten Endteufe.
- Die Länge von Bohrschablonen bei Bohrpfahlwänden wird in der Achse der Wand gemessen.
- Baulängen von Rohren mit Verbindungen und Dichtungen werden in der Achse gemessen.
- Bei Filtersand, Filterkies und sonstigen Schüttstoffen werden
 - die Schüttungshöhe im eingebauten Zustand,
 - das Raummaß oder Gewicht nach der nachgewiesenen eingebauten Menge abgerechnet.
- Bei Stoffen, die zum Dichten eingebracht werden, z. B. Ton oder Beton, werden
 - die Höhe der Dichtungsschicht im eingebauten Zustand,
 - das Raummaß oder Gewicht nach der nachgewiesenen eingebauten Menge abgerechnet.
- Bei anderen Stoffen für die Ringraumverfüllung werden
 - die Höhe der Verfüllung im eingebauten Zustand,
 - das Raummaß oder Gewicht nach der nachgewiesenen Menge abgerechnet.
- Bei Einsteigschächten wird die Tiefe von Oberkante bis Unterkante Schachtwand gemessen.

Die eigentliche Probenahme fester und flüssiger Medien zur weitergehenden chemisch-physikalischen oder geotechnischen Untersuchung erfolgt im LB 11-20-00.

LEISTUNGSBEREICH 24-00-00	BRUNNENBAUARBEITEN
BAUSTELLENEINRICHTUNG	
maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung	Kostenansatz BE [€]
pauschal für Grundwassermessstellen	1.288,00
pauschal für Brunnenbauarbeiten	4.756,00
BRUNNENBAUARBEITEN	
Basiskosten Brunnen/Grundwassermessstellen	Kostenansatz BR [€/m]
Brunnen/Grundwassermessstellen (Bohren DN 300 mm, Brunnenrohr aus HDPE Durchmesser DN 125 mm, Bohrloch verfüllen bzw. Schüttung einbauen, Verschlusskappe DN 125)	180,00
Bodenklasse	Kostenfaktor Boden Bo
Bodenklasse 1 bis 5	1,0
Bodenklasse 6, 7	1,2

LEISTUNGSBEREICH 24-00-00	BRUNNENBAUARBEITEN	
Bohrtiefe [m]	Kostenfaktor Tiefe tb	
bis 5 m	1,0	
bis 10 m	1,1	
bis 20 m	1,2	
bis 30 m	1,3	
> 30 m	1,4	
Bohrlochdurchmesser	Kostenfaktor Durchmesser d	
DN 150 mm	0,6	
DN 300 mm	1,0	
DN 400 mm	1,4	
Rohrmaterial	Kostenfaktor Rohr r	
HDPE	1,0	
Stahl	1,3	
Kosten LB 24-00-00 = $\sum BE[€] + BR [€/m] \times Bo \times tb \times d \times r =$ €		

24.2.3 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser, Schichtenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser
LB 54-00-00	Dränarbeiten und Entwässerungskanalarbeiten
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren in-situ

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau, Pumpversuche

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
24 01 00	Baustelleneinrichtung, geologische Betreuung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller erforderlichen Gerätschaften; (Materialien, Transporte und Schutz-/ Abspermaßnahmen); An- und Abreise der Bohrmannschaft	psch.	350,00	12.176,93	1.288,38	29
	für Grundwassermessstellen:		350,00	3.500,00	x 1,0	
	für Brunnenbauarbeiten:		1.738,39	12.176,93	x 3,0	
02	An- und Abtransport des Bohrgerätes für GW-Messstellen	psch.	766,94	8.635,72	801,03	5
	ex-geschützt		7.352,38	0,00	x 9,0	
	nicht ex-geschützt		766,94	869,20	x 1,0	

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau, Pumpversuche

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	03	Container (geschlossen, 7 m³) liefern, vorhalten, betreiben und umsetzen / entfernen zur Aufnahme von kontaminierten Bohrgut	StMt	4,54	75,83	40,67	6
	04	Container (geschlossen, 7 m³) mit kontaminiertem Bohrgut gefüllt, betreiben, vorhalten und unterhalten über die Bauzeit hinaus	StMt	25,56	88,47	59,81	6
	05	Deckelmulde (wasser- und luftdicht verschließbar, 5 m³) liefern, vorhalten, betreiben und entfernen zur Aufnahme von kontaminierten Bohrgut	Stck.	76,69	332,34	160,83	5
	06	Betreuung der Arbeiten durch Geologen vor Ort	h	60,00	60,00	60,00	1
	07	Tankgestaltung einschl. Reinigung	Stck.	154,94	536,86	269,39	10
	08	Brunnenhäuschen aus Polyester, Sandwich-Bauweise, L x B = 2,16 x 2,16 m, lichte Raumhöhe > 2,50 m, inkl. Elektroinstallation + Heizung	Stck.	7.352,38	8.635,72	7.994,05	2
24	02	00 Vorbereitende Arbeiten, Nebenleistungen					
	01	Umsetzen von Bohreinrichtungen	Stck.	27,00	638,09	132,74	40
		für Grundwassermessstellen:		27,00	281,21	x 1,0	
		für Brunnenbauarbeiten:		92,03	638,09	x 1,5	
	02	Ringraumverfüllung Kies 0/32 (ungebrochen, gewaschen) liefern und einbauen, inkl. Transport zur jeweiligen Bohrung	m³	18,75	29,25	22,42	6
	03	Einmessen der Bohransatzpunkte bzw. der Messstellen, je Ansatzpunkt	Stck.	5,00	1.779,30	25,98	102
		nach Lage		13,63	13,63	x 0,5	
		nach Lage und Höhe		5,00	1.779,30	x 1,0	
	04	Sichern der Bohrstelle und des Arbeitsbereiches, Sammeln, Zwischenlagern und Entsorgen des Bohrgutes	Stck.	100,00	150,00	115,00	4
	05	Schutzdreieck für Messstellenrohre verzinkt, liefern und einbetonieren	Stck.	38,22	1.329,36	198,58	23
	06	Sichtstange am Brunnenstandort setzen	Stck.	48,00	200,00	104,50	4
	07	Handschachtung an Bohransatzpunkt	Stck.	35,00	120,00	43,83	8
		bis 1,50 m		43,83	43,83	x 1,0	
		bis 2,00 m		35,00	120,00	x 1,6	
	08	Kernkisten mietweise stellen	m	4,20	13,62	8,80	5
	09	Schichtenverzeichnis und zeichnerische Darstellung DIN 4022 / DIN 4023 und Ausbauplan des fertigen Brunnens	psch.	16,87	217,30	59,59	15
	10	Darstellung der Bohrergergebnisse in Schichtenverzeichnisse und Säulenprofilen gem. DIN 4022/23	m	2,56	3,37	2,98	7
24	03	00 Bohrungen für Brunnen / Grundwassermessstellen	m				
	01	Bohrung für Brunnen / GW-Messstelle herstellen	m	15,08	367,53	80,82	106
		Bohrtiefe t:					
		bis 5 m		46,87	92,40	x 1,0	
		bis 10 m		15,08	367,53	x 1,1	
		bis 20 m		15,34	241,00	x 1,2	
		bis 30 m		20,45	117,60	x 1,3	
		> 30 m		95,00	169,36	x 1,4	
		Bodenklasse:					
		1 - 5		15,08	367,53	x 1,0	
		6 - 7		125,55	172,28	x 1,2	

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau, Pumpversuche

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Bohrlochenddurchmesser:					
	50 mm		46,48	67,11	x 0,55	
	150 mm		15,08	92,03	x 0,6	
	250 mm		70,00	155,05	x 0,8	
	300 mm		15,08	241,00	x 1,0	
	400 mm				x 1,2 *	
	> 400 mm		77,80	172,28	x 1,4	
	> 800 mm		89,33	367,53	x 1,7	
	> 1500 mm		82,63	150,32	x 1,8	
	Bohrverfahren:					
	Trockenbohrung		15,08	367,53	x 1,0	
	Spülbohrung		140,00	241,00	x 1,5	
	Ausführung in kontaminierten Boden mit Schutz- verrohrung		77,80	347,68	x 1,3	
02	Zulage Bohrungen unter Vollschutz	m	15,34	33,75	27,62	6
03	Bohrloch verfüllen	m	2,05	33,49	4,99	15
	mit Bohrgut		2,05	7,67	x 1,0	
	mit bindigem Boden		#	#	x #	
	mit Quellton		3,06	17,90	x 2,7	
	mit Feinsand / Kies		3,87	13,04	x 1,6	
	mit Zement-/Bentonitsuspension				x 1,0	
	mit Flüssigbeton		33,49	33,49	x 6,7	
04	Umrüsten des Bohrgerätes	Stck.	86,92	255,65	165,32	3
05	Meißelarbeit	h	64,42	166,17	124,35	8
06	Einsatz einer Bohrkolonne, einschl. der Maschinen und Geräte zum Beseitigen von Hindernissen im Bohrloch	h	81,81	247,98	168,70	5
24 04 00	Grundwassermessstellenbau					
01	GW-Messstelle DN 50 herstellen, zur Grundwas- serprobenahme, inkl. Entschlärren und Klar- pumpen	m	63,91	225,00	134,35	15
	bis 10 m		63,91	180,00	x 1,0	
	bis 20 m		95,00	225,00	x 1,1	
02	GW-Messstellen DN 125, Bohrdurchmesser > 220 mm, T = 5-10 m, Aufsatz- u. Filterrohr PVC, Seba- Abschlusskappe, Kiesfilter und Tonabdichtung erstellen; Messstellenabschluss überflur mit Stahl- aufsatzrohr u. Betonsockel, inkl. Klarpumpen Bodenklasse:	m	68,00	420,00	159,95	18
	Bkl. 1-5		68,00	300,00	x 1,0	
	Bkl. 6-7		180,00	420,00	x 1,6	
03	GW-Messstelle 2" errichten, Bohrdurchmesser DN 100, Filterstrecke 10 m, inkl. Materiallieferung und Rückbau	Stck.	613,55	1.861,51	1.258,59	33
04	Umbau GW-Messstelle von 4" Überflurmesssstelle zu Unterflurmesssstelle inkl. Material	Stck.	92,03	281,21	218,70	11
05	Umbau GW-Messstelle von 4" Zweifach-GW- Messstelle zu Unterflurmesssstelle inkl. Material	Stck.	178,95	747,85	317,30	15
06	Umbau GW-Messstelle von 2" Überflurmesssstelle zu Unterflurmesssstelle inkl. Material	Stck.	76,69	281,21	196,63	11
07	Unterflurausbau einer GW-Messstelle 2" inkl. Strassenkappe	Stck.	153,39	214,74	178,10	3
08	Überflurausbau einer GW-Messstelle 2" inkl. Be- tonsockel	Stck.	94,59	214,74	157,65	3
09	Überflurausbau einer GW-Messstelle 6" inkl. frost- sicher gegründetem Betonsockel, Messstellestein und Schutzrohren aus korrosionsgeschütztem Stahl DN 150, einschl. aller Erdarbeiten	Stck.	192,60	437,00	286,86	6

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau, Pumpversuche

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	10	Wiederaufbau einer bauzeitlich rückgebauten GW-Messstelle bis 0,8 m über geplanter GOK inkl. Materialien	Stck.	201,21	421,82	337,28	6
	11	GW-Messstelle 2" zurückbauen, inkl. Verfüllung des Bohrlochs, Endteufe ca. 8 m	Stck.	76,69	562,42	164,42	11
	12	GW-Messstelle 4" zurückbauen, inkl. Verfüllung des Bohrlochs, Endteufe ca. 20 m	Stck.	98,70	787,39	236,03	11
	13	GW-Messstelle DN 50 zurückbauen, Endteufe bis 10 m	Stck.	369,72	1.400,00	715,50	11
	14	Messstellenabschluss demontieren, inkl. Betonfundament, Verschluss ausbauen, reinigen und seitlich lagern	Stck.	33,23	245,09	115,55	6
24	05	00 Brunnenbau					
	01	Brunnenrohre liefern und einbauen	m	10,12	793,36	60,67	166
		Aufsatzrohr PVC		18,92	33,23	x 0,4	
		Aufsatzrohr HDPE		25,56	61,87	x 0,6	
		Aufsatzrohr Stahl		24,80	92,03	x 1,0	
		Stahlfilterrohr, geschlitzt		46,02	56,24	x 0,8	
		Edelstahlschlitzbrücken-Filterrohr		313,20	610,00	x 8,0	
		Edelstahlwickeldraht-Filterrohr		235,00	484,95	x 4,5	
		PVC-U-Filterrohr, geschlitzt		23,52	42,00	x 0,5	
		HDPE Filterrohr geschlitzt		12,37	300,00	x 1,3	
		Vollwandrohr Stahl		70,56	81,81	x 1,3	
		Vollwandrohr Edelstahl V4A		236,64	793,36	x 8,0	
		Vollwandrohr HDPE		10,12	222,92	x 1,0	
		Vollwandrohr PVC-U		28,00	210,00	x 1,3	
		Edelstahlsumpfrohr		579,60	579,60	x 9,0	
		Sumpfrohr HDPE		41,93	96,68	x 1,0	
		Rohrdurchmesser:					
		DN 50 - DN 200 (2"-8 ")		10,12	96,68	x 0,5	
		> DN 200 - DN 500 (12"-20")		40,01	579,60	x 1,5	
		> DN 500 - DN 800 (20 "-32")		#	#	x #	
		> DN 800 mm (32")		56,81	610,00	x 1,8	
	02	Brunnenrohre einbauen	m	3,45	40,00	20,71	10
		Stahlfilterrohr, geschlitzt		#	#	x #	
		PVC-U-Filterrohr, geschlitzt		6,66	40,00	x 1,2	
		HDPE Filterrohr geschlitzt		#	#	x #	
		Vollwandrohr Stahl		#	#	x #	
		Vollwandrohr Edelstahl V4A		#	#	x #	
		Vollwandrohr HDPE		#	#	x #	
		Vollwandrohr PVC-U		3,45	40,00	x 1,0	
		Edelstahlsumpfrohr		#	#	x #	
		Rohrdurchmesser:					
		DN 50 - DN 200 (2"-8 ")		3,45	40,00	x 1,0	
		> DN 200 - DN 500 (12"-20")		#	#	x #	
		> DN 500 - DN 800 (20 "-32")		#	#	x #	
		> DN 800 mm (32")		#	#	x #	
	03	Brunnenrohre, seitlich gelagert, wiedereinbauen im Zuge der Baugrubenverfüllung, Schutzverrohrung DN 600 mit Kiesschüttung, Sicherung des Brunnenkopfes	m	20,14	139,93	58,58	19
	04	Hilfsverrohrung DN 250 ein- und ausbauen	m	5,35	13,80	10,43	6

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

**24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau,
Pumpversuche**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Mantelrohr für Bohrung aus Stahl; mit Betonsockel Rohrdurchmesser: DN 50 mm (2") DN 125 mm (5") DN 150 mm (6") DN 200 mm (8") DN 400 mm (16")	Stck.	95,00 # # # # #	145,00 # # # # #	118,75 x # x 1,0 * x # x # x #	4
06	Zentriervorrichtung für Brunnenrohre liefern und einbauen	Stck.	4,00	41,93	14,69	15
07	Ringraumverfüllung mit Quellton mit Schotter mit Feinkies mit Filterkies	m	9,20 10,00 10,00 10,00 9,20	105,26 105,26 10,00 10,00 14,06	12,01 x 2,9 x 0,8 x 0,8 x 1,0	13
08	Filtersand / Filterkies liefern und einbauen DN 150 DN 300 DN 400 DN 500	m	4,36 4,36 4,59 10,32 39,46	95,00 32,16 54,00 95,00 50,46	19,92 x 1,0 x 1,6 x 1,9 x 2,2	57
09	Sandgegenfilter liefern und einbauen DN 150 DN 300 DN 400 DN 500	m	1,53 7,12 4,59 36,81 1,53	95,00 50,00 50,00 43,90 95,00	23,89 x 1,0 x 1,5 x 1,6 x 1,7	45
10	Abdichtung zwischen Bohrloch und Vollwandrohr herstellen mit Quellton mit Beton mit Ton-/Zementgemisch	m	3,79 15,85 3,79	272,46 157,84 272,46	79,11 x 1,0 x 0,9 x 1,2 *	56
11	Bodenkappe liefern und einbauen Material: PVC HDPE	Stck. Stck. Stck.	9,19 14,00 9,19	143,42 56,10 143,42	29,77 x 1,0 x 2,0	20
12	Bodenkappe für Filterrohr liefern und einbauen DN 50- DN 125 (2"-5") DN 1500 (60")	Stck. Stck. Stck.	9,66 9,66 24,70	102,26 33,23 102,26	16,02 x 1,0 x 4,5	13
13	Brunnenkopf ca. 1 m u.GOK, als Tragorgan für die im Brunnen eingebaute 1 UWM-Pumpe und Steigleitung, DN 1500, Klasse A	Stck.	194,32	5.910,20	2.956,60	16
14	Brunnenkopf liefern und fachgerecht einbauen, einschl. aller Materialien DN 300 DN 400 DN 500	Stck. Stck. Stck. Stck.	1.181,08 1.181,08 1.237,32 1.321,69	2.350,31 1.352,88 1.417,30 1.350,31	1.289,14 x 1,0 x 1,1 x 1,2	13
15	Verschlusskappe DN 50 DN 125 DN 300 DN 400 DN 500 DN 800	Stck. Stck. Stck. Stck. Stck. Stck.	4,50 4,50 14,32 # 20,96 25,01 28,34	100,00 51,13 66,46 # 48,30 50,11 100,00	25,93 x 1,0 x 1,1 x # x 1,1 x 1,3 x 2,6	38
16	Straßenkappe gusseisern liefern und einbauen, DIN 4055	Stck.	34,77	288,01	147,19	15
17	Sebakappe, seiti. gelagert, als Messstellenverschluss montieren	Stck.	71,72	162,41	102,08	6
18	Hydrantenkappe wasserdicht liefern und einbauen	Stck.	143,16	301,66	196,85	3

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau, Pumpversuche

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	19	Brunnenring DN 600, vollporös, h = 0,5 m, liefern und setzen	Stck.	95,02	1.482,75	403,81	38
	20	Schachtringe DN 1000/1000, 1000/500, SR-M, nach DIN 4034 T1, mit eingerüttelten Steigbügeln, Steigmaß 250 mm, als Brunnenstube liefern, abladen, versetzen, abdichten	lfdm	153,52	1.687,26	581,82	6
	21	Schachthälse DN 1000/625/350, SH-M, nach DIN 4034 T1, mit eingerüttelten Steigbügeln liefern, transportieren und versetzen	Stck.	127,82	812,95	433,53	6
	22	Schachtabdeckung Klasse B 125, lichte Weite 605 mm, aus Rahmen, Deckel ohne Lüftungsöffnungen, Ringschmutzfänger und Aushebeschlüssel liefern, transportieren und einbauen	Stck.	224,97	434,60	314,25	6
	23	Verschiebesichere Ausgleichsringe liefern und in MGR III versetzen	Stck.	10,23	204,52	107,18	6
	24	Durchbruch in Betonschachtringe für Rohre herstellen und mit MGR III abdichten	Stck.	69,02	199,40	140,36	6
	25	Brunnenvorschacht / Sickerschacht aus Betonfertigteilen DN 1000 lichte Schachttiefe:	Stck.	401,98	12.207,60	1.554,72	23
		2 m		401,98	2.165,48	x 1,0	
		3 m				x 0,85 *	
		4 m				x 0,75 *	
		5 m				x 0,65 *	
	26	Brunnenvorschacht aus Betonfertigteilen, DN 1500, H = 1,5 m und 1 Abdeckplatte DN 1500 mit Einstiegsöffnung und Schachtabdeckung, begehbar	Stck.	920,33	2.530,89	1.377,37	5
24	06	00 Mess-, Steuer-, Regeltechnik					
	01	Brunnenpumpensteuerung	Stck.			296,55 *	
	02	Brunnenanschluss herstellen	Stck.			357,90 *	
	03	Be- und Entlüftungsventile	Stck.			478,60 *	
	04	Elektr. Schaltanlage liefern, anschließen	Stck.			7516,00 *	
	05	Elektrozuleitung	m			8,18 *	
	06	Wassermengen-Messvorrichtung liefern und einbauen	Stck.			405,45 *	
	07	Wassermengenmessvorrichtung vorhalten	Mt	#	#	#	0
	08	Vorhalten der Abflussleitung	Mt	#	#	#	0
	09	Vorhalten der Pumpanlage	Mt			92,54 *	
	10	Vorhalten der Antriebsmaschine	h			255,65 *	
	11	Vorhalten des Stromerzeugers	Mt	#	#	#	0
24	07	00 Entsanden, Klarpumpen					
	01	Unterwasserpumpe mit Steigleitung, Zubehör und Energieversorgung zum Klarpumpen der Messstellen an- / abtransportieren, vorhalten, ein- und ausbauen, umsetzen Einbautiefe bis 45 m Förderleistung min. 2 m³/h einschl. Verlegen und Aufnehmen einer Abflussleitung (200 m) zur Einleitung in Behandlungsanlage oder Wiedereinleitung Kanal/Untergrund	Stck.	361,24	2.955,27	1.118,28	16
	02	Inbetriebnahme, Klarpumpen und Druckspülen bis Sandfreiheit / Funktionsnachweis	Stck.	76,69	1.470,00	163,52	27
	03	Entschlammen der Bohrung inkl. Nebenkosten	Stck.	172,28	840,00	358,03	5
	04	Entschlammen und Klarspülen von 2"-Grundwassermessstellen, komplett mit Ein-/ Ausbau der Pumpen	Stck.	102,26	145,72	125,27	3
	05	Entschlammen und Klarspülen von 5"-Grundwassermessstellen, komplett mit Ein-/ Ausbau der Pumpen	Stck.	81,81	153,39	121,01	3

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau, Pumpversuche

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
24 08 00	06	Klarpumpen der Messstellen DN 125 (5") inkl. Dokumentation von Pumprate und Absenkung	Stck.	54,82	309,35	157,00	10
	07	Klarspülen des ausgebauten Brunnens (DN 400 (16")), komplett mit Ein-/ Ausbau der Pumpe + Abflussleitung u. Reinigung; Einbautiefe ~8m; Messung der Förderleistung, Absenkung, Wiederanstieg	Stck.	34,46	920,33	204,55	8
	08	Klarpumpen und entwickeln der Messstelle inkl. Ein- und Ausbau der Pumpe Messung und Protokollierung der Wassermengen inkl. Wiederanstiegsmessung	Stck.	46,00	360,89	182,95	9
	09	Dokumentation des Wiederanstieges nach Klarpumpen bis zum Ruhewasserspiegel	Stck.	40,00	90,00	61,25	4
	10	Technische Einrichtung zum Entsand und Entwickeln mit Seier/Packer bei Q_{min} von 18 m³/h, Einbautiefe bis 20m, an- um- und abtransportieren, montieren, demontieren u. A. E-Anschluss, Pumpe, Sandfang ect., Abflussleitung maximal 50 m zum Tank- / Saugfahrzeug	Stck.	680,63	680,63	680,63	1
	11	Meterweise Entsand und Entwickeln mit Seier/Packer bei Q_{min} von 18 m³/h, Einbautiefe bis ca. 20 m einschl. Vorhalten und Betreiben aller notwendigen Einrichtungen	h	102,10	102,10	102,10	1
	01	Pumpversuche					
	01	Pumpversuch durchführen	h	16,78	178,95	77,36	18
	02	Pumpversuch durchführen	d	286,32	506,18	396,25	2
	03	Absenken des Wasserspiegels	d	444,31	999,58	832,70	7
	04	Wiederanstieg messen	d	158,00	974,90	552,96	7
24 08 00	05	Klarpumpen	h	34,46	63,92	45,84	14
	06	Versetzen der Pumpen	Stck.			102,26 *	
	07	Ein- und Ausbau von Unterwasserpumpen; Förderleistung:	Stck.	26,84	92,03	60,88	10
		bis 5 m³/h				x 1,0 *	
		5 - 20 m³/h				x 2,5 *	
		20 - 50 m³/h				x 4,0 *	
		> 50 m³/h		#	#	x #	
		Einbautiefe:					
		bis 10 m		41,06	92,03	x 1,0	
		10 - 30 m		#	#	x #	
		> 30 m		#	#	x #	
24 08 00	08	Kontaminiertes Wasser aus Kurzpumpversuch in geeigneten Behältern fassen	psch.	127,82	1.840,65	1.143,10	7
	09	Auswertung des Pumpversuchs mit EDV	psch.	102,26	740,35	318,42	13
24 09 00	00	Messungen, Kontrollen					
	01	Druckprobe	Stck.			572,65 *	
	02	Kalibrierversuche	Stck.			659,57 *	
24 10 00	00	Geophysikalische Untersuchungen in unverrohrten Bohrungen (Spülbohrungen; Tiefe bis 400 m; Durchmesser ca. 180 / 250 mm)					
		Baustelleneinrichtung					
	01	An-/ Abtransport und Auf-/ Abbau der geophysikalischen Messeinrichtungen zum ersten Untersuchungspunkt	psch.	490,00	1.433,00	862,67	3
	02	Umsetzen der Gerätschaften von Untersuchungspunkt zu Untersuchungspunkt inkl. der erneuten Einrichtung	Stck.	64,00	205,00	128,00	6
		bis 1 km		64,00	195,00	x 1,0	
24 10 00		über 1 km		64,00	205,00	x 1,1	

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau, Pumpversuche

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	03	Wartezeit für Personal und Gerätschaft, die durch den AG angeordnet oder eindeutig verursacht wurde	h	60,00	187,65	107,55	3
		Geophysikalische Messverfahren					
	04	BA-Messung der Bohrlochabweichung (Messung der Abweichung von der Lotrechten und des Verlaufs der Bohrung)	m	1,25	2,15	1,76	6
	05	CAL 3-Arm-Kalibermessung (Messung der Bohrlochgeometrie bezüglich Auskesselungen, Nachfall und Abweichungen vom Sollwert)	lfm	1,20	1,95	1,48	3
	06	FEL-fokussiertes Elektrolog (Messung des spez. elektr. Widerstandes mit fokussierenden Mehrelektrodenanordnungen zur Ermittlung der durchteuften Lithologie (Schichtgrenzen))	m	1,25	1,80	1,45	3
	07	GG-D-Gamma-Gamma-Dichtemessung (Bestimmung der Gesteinsdichte im anstehenden Gebirge in Ergänzung zu GR-Log; eindeutige Differenzierung von Bodenschichten; Samplingintervall bis 5 cm; M=1:200)	lfm	1,75	2,10	1,93	2
	08	GR-Log (Messung der natürlichen Gammastrahlung in API-Einheiten des Gesteins zur Ermittlung der Lithologie)	lfm	1,20	1,65	1,38	3
	09	SAL/ TEMP-Log Salinitäts-/ Temperaturmessung (Messung der spez. Leitfähigkeit der Bohrlochflüssigkeit in der Bohrung und Messung der Wassertemperatur zur Ermittlung von Zuflusshorizonten und/oder einer Grundwasserversalzung)	lfm	1,20	1,90	1,53	3
		Dokumentation					
	10	Interpretation der Messergebnisse vor Ort, je Bohrung (Darstellung der gemessenen Parameter für eine lithologische Grobinterpretation)	Stck.	50,00	125,00	91,67	3
	11	Darstellung und Interpretation der Messergebnisse (Teufenrichtige Darstellung aller gemessenen Kurven zur Feininterpretation für die durchgeführten Messverfahren; Lieferung der digitalen Messdaten auf Datenträger)	Stck.	435,00	600,00	517,50	2
24 11	00	Geophysikalische Untersuchungen an GW-Messstellen (Tiefe bis 400 m; Durchmesser DN 50-DN 125)					
		Baustelleneinrichtung					
	01	An-/ Abtransport und Auf-/ Abbau der geophysikalischen Messeinrichtungen zum ersten Untersuchungspunkt	psch.	490,00	1.433,00	846,00	6
	02	Umsetzen der Gerätschaften von Untersuchungspunkt zu Untersuchungspunkt inkl. der erneuten Einrichtung	Stck.	64,00	307,00	93,67	12
		< 1 km		64,00	125,00	x 1,0	
		> 1 km		64,00	307,00	x 1,4	
	03	Auf- und Abbau bzw. Aus- und Einbau sowie Lagerung während der Untersuchungen von Messstelleschreibern/ Datensammlern, je Messstelle	Stck.	15,00	141,00	82,00	6
	04	Reinigung der Gerätschaften nach Abschluss der Untersuchungen	Stck.	26,00	180,00	46,17	10
		Verunreinigungsgrad:					
		Gering (Reinigung mit Wasser)		26,00	65,00	x 1,0	
		hoch		75,00	180,00	x 2,5	
		(Reinigung mit Aceton oder glw.) inkl. Entsorgung					

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau, Pumpversuche

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Geophysikalische Messverfahren:					
05	BA-Messung der Bohrlochabweichung (Messung der Abweichung von der Lotrechten und des Verlaufs der Bohrung)	m	1,40	2,15	1,78	3
06	CAL 3-Arm-Kalibermessung (Abtastung der Ausbaugeometrie; Samplingintervall bis 1 cm; Darstellung 1:2 als Amplitudenmaßstab)	m	1,20	1,95	1,48	3
07	FEL-fokussiertes Elektrolog (Messung des spez. elektr. Widerstandes mit fokussierenden Mehr-elektrodenanordnungen zur Lokalisierung undichter Muffenverbindungen im Aufsatzrohrbereich)	m	1,10	1,80	1,43	6
08	FLOW-Flowmetermessung (Ermittlung der rel. Strömungsgeschwindigkeit des Wassers zur Bestimmung von Wasserzutritten oder -verlusten und ihres Anteils am Gesamtvolumen; Nullmessung + mind. eine Pumprate)	m	3,40	10,85	7,82	3
09	GG.D-Gamma-Gamma-Dichtemessung (Messung zur Untersuchung der Ringraumabdichtung im Ringraum auf Homogenität, Standhöhe des Filterkieses, Brückenbildung), Samplingintervall bis 1 cm; M=1:50	m	1,75	2,10	1,93	2
10	GR-Log (Messung der natürlichen Gammastrahlung in API-Einheiten zur Überprüfung der Ringraumabdichtung)	m	1,10	1,65	1,35	6
11	IL-Induktionslog (Messung der spez. elektr. Leitfähigkeit zur Ermittlung der Schichtgrenzen und metallischer Teile im Ringraum, z. B. Abstandshalter)	m	1,25	1,90	1,57	3
12	MAL Magnetik-Log (Messung der magnetischen Eigenschaften der Ringraumverfüllung zur Überprüfung von Tonsperren mit magnetischen Zuschlagstoffen)	m	1,90	1,90	1,90	1
13	NN-Neutron-Neutron-Messung (Messung zum Nachweis von Spezialtonen im Ringraum in Korrelation mit GG.D oder Messung der Porosität im offenen Bohrloch)	m	2,60	2,80	2,70	2
14	OPT-Kamerabefahrung für DN 50-125, ab DN 115 Sichtachse schwenkbar, Zoom-Objektiv, farbige Aufnahme, einschl. aller Nebenkosten, Video-Kassette und Ergebnisbericht	m	1,60	7,60	4,97	6
15	Packer-Test Überprüfung von Messstellen auf Undichtigkeiten im Bereich des Aufsatzrohres (nach DVGW-Richtlinie W121); Einfachpacker; kont. Aufzeichnung des Prüfdruckes und des Packersetzdruckes; 45 Minuten; inkl. Protokoll und Bericht Einbautiefe:	Stck.	205,00	1.120,00	470,00	6
	< 40 m		205,00	905,00	x 1,0	
	< 80 m		230,00	1.120,00	x 1,3	
16	RG.D-Ringraumscanner / segmentiertes GG-Log (Kontrolle der Verfüllmaterialien im Ringraum auf teufenmäßige Korrektheit und homogene Verteilung) inkl. Ergebnisdarstellung in Imageprojektion	m	1,90	3,60	2,75	2
17	SAL/ TEMP-Log Salinitäts-/ Temperaturmessung (Messung der spez. Leitfähigkeit des Grundwassers und der Wassertemperatur in der Messstelle zur Ermittlung von horizontalen Fremdwasserzuflüssen und evtl. vorliegenden Grundwasserver-salzung)	m	1,20	1,90	1,53	3

LB-AF-Nr. Leistungsbereich

**24 00 00 Brunnen- / Grundwassermessstellenbau,
Pumpversuche**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
18	Dokumentation Darstellung und Interpretation der Messergebnisse (Zeichnerische, teufengerechte, farbige Darstellung der durchgeführten Messverfahren/ Messkurven inkl. Soll/ Ist-Vergleich; Auswertung; Ergebnisbericht; Bewertung)	Stck.	205,00	600,00	371,25	4
19	Lieferung digitaler Messdaten auf Datenträgern, je Messstelle	Stck.	15,50	120,00	61,00	3
20	Videoprints	Stck.	4,80	4,80	4,80	1
21	Automatische Erfassung und Überwachung GW-Stände, Installation und Betrieb während gesamter Bauzeit, je Messstelle	Stck.	449,94	1.320,67	817,54	11
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

24.3 Literatur

ATV DIN 18301 Bohrarbeiten

ATV DIN 18302 Brunnenbauarbeiten

Bieske, E.: Bohrbrunnen

Brunnenbauhandbuch Fa. Celler Brunnenbau, 2002

DIN 4021 Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben

DIN 4022 Benennen und Beschreiben von Boden und Fels

DIN ISO 14688 Bestimmung und Klassifizierung von Böden

DIN 4023 Baugrund und Wasserbohrungen; Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse

DIN 4920 Stahlfilterrohre für Bohr- und Rammbrunnen

DIN 4924 Filtersande und Filterkiese

DIN 4925 Filter- und Vollwandrohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) für Bohrbrunnen (Teil 1 bis 3)

DIN 18196 Erd- und Grundbau (Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke)

DIN 18299 Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art (VOB/Teil C)

DIN 18300 Erdarbeiten (VOB/Teil C)

DVGW-AB W 111 Pumpversuch (PV)

DVGW-AB W 117/119 Entschlammen / Entsandung / Restsandgehalt

DVGW-AB W115 Bohrverfahren

24.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

25 Wasserhaltungsarbeiten

25.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Leistungsbereich beschreibt alle Maßnahmen gemäß der Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen „Wasserhaltungsarbeiten“ ATV DIN 18305, die getroffen werden, um das einer Baugrube durch die Baugrubenwände und durch die Baugrubensohle zuströmende Grundwasser fernzuhalten. Das zuströmende Grundwasser wird entweder aus einer offenen Entnahmestelle in der Baugrube abgepumpt (offene Wasserhaltung), oder der Grundwasserspiegel wird vor Aushub der Baugrube durch zweckmäßig angeordnete Brunnen bis unterhalb der vorgesehenen Baugrubensohle abgepumpt (geschlossene Wasserhaltung bzw. Grundwasserabsenkung).

Die ATV DIN 18305 gilt nicht

- für im Zusammenhang mit der Herstellung von Wasserhaltungsanlagen auszuführende Erdarbeiten (siehe ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“) und Bohrarbeiten (siehe ATV DIN 18301 „Bohrarbeiten“),
- für den Ausbau von Bohrungen zu Brunnen (siehe ATV DIN 18302 „Brunnenbauarbeiten“).

Wasserhaltungsmaßnahmen lassen sich hilfsweise in Form von geschlossenen Haltungen über die Kernleistung "Grundwasserabsenkung" bzw. "Grundwasserentnahme" berücksichtigen. Offene Wasserhaltungen werden üblicherweise bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 10^{-6}$ m/s oder $k_f > 10^{-2}$ m/s angewendet. Bei gering durchlässigen Böden ($k_f < 10^{-6}$ m/s) ergibt sich jedoch nur ein äußerst geringer Wasseranfall, dessen Behandlungsaufwand in Relation zur Gesamtmaßnahme gesehen vernachlässigbar ist.

Für eine überschlägige Berechnung kann der Wasserzufluss q je m^2 der Baugrubensohle in Abhängigkeit von der Bodenart wie folgt angenommen werden:

bei Feinsand: $q = 0,16 \text{ m}^3/\text{h}$ ($k = 10^{-5}$ bis 10^{-6} m/s)

bei Mittelsand: $q = 0,24 \text{ m}^3/\text{h}$ ($k = 10^{-4}$ bis 10^{-5} m/s)

bei Grobsand: $q = 1,65 \text{ m}^3/\text{h}$ ($k = 10^{-3}$ bis 10^{-4} m/s)

Entwässerungskanalarbeiten gem. DIN 18306 werden unter dem LB 54-00-00 abgehandelt.

25.2 Kostenermittlung

25.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Offene Wasserhaltung liefern, einbauen, vorhalten, zurückbauen	Stck.	m^3
Pumpensumpf herstellen	Stck.	
Sickerleitung, Sickergraben liefern und herstellen	m	
Rohrleitungen liefern, einbauen, ausbauen	m	
Absenkungsbrunnen herstellen, umbauen, ausbauen	Stck.	m
Vakuumanlagen herstellen	m	
Pumpen, Stromerzeuger, Beobachtungsrohre, Messvorrichtungen	Stck.	

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
einbauen, umbauen, ausbauen		
Pumpen, Stromerzeuger betreiben	h	
Rohrleitungen einbauen, umbauen, ausbauen	m	
Wasserhaltung betreiben	d	h

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Das Längenmaß von Rohrleitungen mit Zubehör wird in der Achse gemessen.
- Für das Vorhalten der Wasserhaltungsanlagen oder von Teilen werden die Kalendertage vom vereinbarten Betriebsbeginn bis zum letzten Betriebstag oder vom vereinbarten Beginn bis zum Ende der Betriebsbereitschaft, angefangene Tage als volle Tage, gerechnet.
- Für den Betrieb der Wasserhaltungsanlage oder von Teilen bzw. für das Gestellen der Bedienungsmannschaft bei Betriebsbereitschaft werden angefangene Tage als volle Tage, angefangene Stunden als volle Stunden gerechnet.

25.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 11-00-00	Umwelt- und Geotechnische Felduntersuchung, Probenahme
LB 12-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen zur Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser / Schichtenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser / Schichtenwasser
LB 72-00-00	Vertikale Abdichtung
LB 73-00-00	Untergrundabdichtung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung
LB 81-00-00	Entsorgung, Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich
25 00 00 Wasserhaltung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
25 01 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Zusammenstellen der erforderlichen Geräte und Werkzeuge; Transport zur und von der Baustelle; Lade- und Entladesätze, Auf-/Abbau der Anlage	psch.	409,03	3.323,39	1.094,47	6
02	Einrichten, Vorhalten und Räumen der Baustelleneinrichtung	psch.	758,63	44.333,34	18.595,53	10

LB-AF Nr. Leistungsbereich

25 00 00 Wasserhaltung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
25 02 00	Offene Wasserhaltung					
01	Grundwasserabsenkung durch offene Wasserhaltung innerhalb der Baugrube; Erdaushub / Wiederverfüllung; Pumpensumpf herstellen; Betonschachtring: DN 1000, t = 1,5 m DN 1000, t = 3,0 m DN 1500, t = 3,0 m	Stck.	136,97	1.460,68	762,43	18
02	Offene Wasserhaltung liefern, aufbauen, umbauen/umsetzen, abbauen und abtransportieren; Durchfluss bis 10 m³/h; Förderhöhe bis 10 m, inkl. Liefern, Umsetzen u. Abbauen eines Absetzbeckens (mit Schwer- und Leichtstoffabscheidung und geeichten Wasseruhren); inkl. Wintersicherung	Stck.	105,53	22.231,63	4.735,40	19
03	Offene Wasserhaltung als Modul liefern, aufbauen, in Betrieb nehmen, wieder abbauen und abtransportieren (Durchfluss bis max. 60 m³/h)	Stck.	635,00	4.553,13	1.745,81	10
04	Offene Weiß-Wasserhaltung innerhalb unkontaminierter Bereiche liefern, aufstellen, installieren, vorhalten, betreiben, evtl. umsetzen und rückbauen; Ableitung in Straßenkanal; Erforderl. Geräte und Materialien inkl. aller Betriebsmittel, Kosten und Gebühren	Stck.	269,09	87.386,43	29.120,57	6
05	Offene Wasserhaltung als bauzeitliche Überbrückung einer gekappten Leitung liefern, aufstellen, installieren, vorhalten, betreiben, evtl. umsetzen und rückbauen; Ableitung des unkontaminierten Wasser in vorh. Rückhaltebecken; inkl. erforderl. Geräte, Materialien, Betriebsmittel, Kosten und Gebühren Leitungsquerschnitt gekappt: DN 400 DN 1200	Stck.	46,12	15.581,62	3.129,82	12
06	Offene Wasserhaltung für Niederschlags- und Grundwasser zur Freihaltung der Baugruben, Abpumpen in ausreichend dimensionierte Behälter, Einleitung des Wassers in die öffentliche Kanalisation, Vorhalten der Pumpen, Schläuche, Vorlagebehälter und Wasseruhr	m³	46,12 83,85 0,14	14.405,65 15.581,62 3,86	x 1,0 x 1,8 2,39	9
07	Wasserhaltungsanlage zur Niederschlagswasserabführung installieren und beseitigen	psch.	125,47	3.788,16	1.739,52	11
08	Wasserhaltungsanlage zur Niederschlagswasserabführung vorhalten und betreiben	psch.	37,56	4.200,00	1.228,81	11
09	Wasserhaltungsanlage zur Niederschlagswasserabführung umsetzen	psch.	99,03	3.090,41	1.032,87	6
10	Pumpensumpf innerhalb der Baugrube ab Aushubsole herstellen und beseitigen (aus geschlitzten Betonschachtringen DN 1000, Abteuftiefe ca. 1,5 m)	Stck.	17,05	1.743,50	502,03	72
11	Sickerleitung innerhalb der Baugrube mit Anschluss an Pumpensumpf herstellen; DN 100-300	m			33,75 *	
12	Sickergraben innerhalb der Baugrube mit Anschluss an Pumpensumpf herstellen	m	0,48	23,00	5,33	62
13	Sickerschicht aus Kies 2/8 herstellen und wieder beseitigen, Dicke 20-25 cm	m²	3,83	22,37	11,81	10
14	Erdbecken als Absetz- und Versickerungsgrube herstellen, vorhalten und beseitigen; Einleitstelle aus Magerbeton	m³			8,18 *	
15	Niederschlagswasserauffangbehälter, transportabel, gedichtet, mind. 5 m³, aufstellen und wieder beseitigen	Stck.	50,17	2.504,30	574,89	11

LB-AF Nr. Leistungsbereich

25 00 00 Wasserhaltung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl			
				min	max	mittel				
25	03	16	Niederschlagswasserauffangbehälter vor- und unterhalten	psch.	2,35	879,83	253,80	6		
		17	Niederschlagswasserauffangbehälter umsetzen	psch.	23,59	1.723,00	327,00	6		
		18	3-Kammer-Absetzbecken mit nachgeschalteter Nass-Aktivkohle-Einheit liefern, aufstellen, vorhalten und entfernen, zur Reinigung des Wassers aus der Baugrubenwasserhaltung vor der Einleitung in die Kanalisation	Stck.	2.250,00	8.876,00	5.853,45	6		
			ohne AK-Einheit		2.250,00	2.250,00	x 0,4			
			Geschlossene Wasserhaltung							
		01	Entnahmebrunnen inkl. Armaturen für Einbindung in Wasserhaltung, DN 125, Bohrdurchmesser mind. DN 250, Filterstrecke 4 m	Stck.	437,15	2.173,76	1.180,75	11		
		02	Absenkungsbrunnen herstellen, beseitigen und Löcher verfüllen; Bohrungen samt Brunneneinbauten, Durchmesser:	Stck.	238,99	1.784,19	1.043,61	33		
			250 mm		238,99	1.784,19	x 1,0			
			300 mm		#	#	x #			
			600 mm		#	#	x #			
			Tiefe:							
			bis 8 m		238,99	1.316,02	x 0,5			
			bis 15 m		1.045,68	1.784,19	x 1,0			
			Bodenklasse:							
			3-5		238,99	1.784,19	x 1,0			
			6-7		#	#	x #			
		03	Absenkungsbrunnen umsetzen / neubohren nach erfolgter Sanierung eines Teilbereiches; Wiederverwendung der Ausbaumaterialien	Stck.	105,68	1.542,37	1.026,21	19		
		04	Geschlossene Wasserhaltungsanlage liefern, installieren, betreiben, rückbauen, inkl. aller Armaturen und ca. 800 lfdm Rohrleitungen	Stck.	263,32	58.798,57	12.148,82	18		
		05	Vakuumanlage einspülen, beseitigen, verfüllen DN 50, Tiefe bis 7 m	Stck.	43,45	239,68	112,42	14		
		06	Vakuumanlagen herstellen	m	3,68	424,37	38,85	7		
		07	Vakuumanlage, aus Vakuumerzeuger und Wasserpumpe ein- und ausbauen, betreiben Fördermenge:	d			40,90 *			
			< 10 m³/h				x 0,8 *			
			10 - 60 m³/h				x 1,0 *			
			> 60 m³/h				x 1,2 *			
		08	Vakuumanlage für 15 Vakuumanlagen DN 50, max l = 3 m, inkl. kompletter Verrohrung, Anschluss an GW-Aufbereitungsanlage, mit Sandfang, liefern, vorhalten, rückbauen	Stck.	754,67	3.093,32	1.426,38	11		
		09	Vakuumanlage aus Vakuumerzeuger und Wasserpumpe inkl. Anschluss, Fördermenge 50 m³/h, Förderhöhe 7,5-10,0 m; liefern, auf- und abbauen, umsetzen	Stck.	255,64	2.663,09	1.236,27	14		
		10	Vakuumanlage umsetzen, inkl. aller Nebenkosten	psch.	986,79	2.995,49	1.577,78	11		
		25	04	00	Beobachtungsbrunnen					
				01	Beobachtungsbrunnen ein- und ausbauen; Sumpf-, Filter-, Aufsatzrohr, Filterkiesschüttung (t = 10 m)	Stck.			1.329,36 *	
				02	Dichtung aus quellfähigem Werkstoff (Quellton)	m			17,90 *	
				03	Brunnenkopf befahrbar, einschließlich der Rohr- und Kabeldurchführungen	Stck.			1.124,84 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

25 00 00 Wasserhaltung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Pegelkopf mit Straßenkappe	Stck.			204,52 *	
25	05	00 Wasserförderanlagen					
	01	Grundwasserpumpen liefern, vorhalten, einbauen, umsetzen und ausbauen, einschl. der erforderlichen Druckleitungen, Formstücke und Armaturen, Fördermenge 50-80 m³/h, Förderhöhe 12 m, Steigleitung 100 mm, einschl. Stichleitungen zum Anschluss an die Sammelleitung	Stck.	166,87	1.165,84	465,23	19
	02	Grundwasserpumpe betriebsbereit aufbauen, umsetzen, abbauen Fördermenge 5-12 m³/h, Förderhöhe bis 8 m	Stck.	255,64	2.454,20	1.010,98	16
	03	Unterwasserpumpe für Grundwassermessstellen ein- und ausbauen, Fördermenge 0,5-1 m³/h, Förderhöhe 6 m	Stck.	190,00	1.132,75	493,25	6
	04	Schmutzwasserpumpe mit Elektromotor für Pumpensumpf ein- und ausbauen; einschl. Stromanschluss, Rohrleitung (bis 50 m) und Armaturen Fördermenge:	Stck.	74,33	1.247,75	434,54	12
		< 10 m³/h		128,00	128,00	x 0,3	
		< 35 m³/h		74,33	1.247,75	x 1,0	
	05	Schmutzwasserpumpe für Pumpensumpf, Fördermenge 40 m³/h bei 25 m WS, liefern, trockenlaufsicher installieren, vorhalten, betreiben, umbauen/umsetzen, warten, ausbauen, säubern	Stck.	1.601,37	6.122,21	4.885,25	6
	06	Kontrolle der Pumpen im laufenden Betrieb und Dokumentation der Betriebsdaten im Pumpenbetriebsbuch	psch.	1.345,46	2.860,37	2.320,49	6
25	06	00 Leitungen					
	01	Abflussleitung zum Vorfluter/Kläranlage, ein- und ausbauen, einschließlich aller Armaturen, Pass- und Formstücke, oberirdisch Größe:	m	2,78	239,64	10,12	38
		DN 200				x 1,0 *	
		DN 300				x 1,1 *	
		DN 500				x 1,5 *	
	02	Rohrleitungen über DN 50 ein- und ausbauen, einschl. aller Form und Passstücke mit Anschluss an die Pumpensümpfe	m	2,32	16,36	8,01	20
	03	Stahlrohrleitung DN 150; mit Schnellverschlusskupplung liefern, ebenerdig erstellen (mit Gefälle zur Aufbereitungsanlage / Kanalisation), betreiben, rückbauen, mehrfach verlegen, inkl. Material und Wartung	m	3,58	4,50	4,14	6
	04	Saug-Druckschlauchleitung (3"; flexibel; mit Schnellverschlusskupplung) liefern, bauzeitlich vorhalten und anschließen inkl. Kleinteile, Material und Wartung	m	1,43	7,05	2,77	12
	05	Abflussleitung für Entsandungsmaßnahme vom Versickerungsgraben zur Sickerfläche	m			46,02 *	
	06	Erdverlegung von Leitungen, Zulage	m			138,05 *	
	07	Unterquerung von Bauhindernissen als Durchbohrung ohne Schutzrohr; DN 100	m			51,13 *	
	08	Dükerschacht aus Betonrohren, Ein- / Auslaufstutzen, Pumpensumpf, Absperrventilen; t = 10 m; DN 1500 mm	Stck.			12.271,00 *	
25	07	00 Einzelteile für Wasserhaltungsanlagen					
	01	Elektroinstallation, liefern, auf- und abbauen	psch.			869,20 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

25 00 00 Wasserhaltung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	02	Notstromaggregat, liefern, auf- und abbauen	psch.	143,81	7.873,89	2.794,80	23
	03	Drehstromgenerator für Tauchpumpen liefern, vorhalten, umsetzen, warten und betreiben zur Spannungsversorgung der Tauchpumpen inkl. aller Betriebsmittel	Stck.	1.645,85	8.273,21	6.514,95	6
	04	Stromversorgung für Pumpen zur Wasseraufbereitung und Entwässerung inkl. Stromzähler	psch.	806,30	38.801,94	9.955,75	19
	05	Schalt- und Steuerkasten liefern, anschließen, warten und betreiben, mit Betriebsstundenzähler für Pumpe, inkl. Kleinteile und Wartung	Stck.	664,68	840,56	772,70	6
	06	Zentrale Schaltstation aufstellen betreiben und abbauen, mit optischen und akustischen Signal bei Ausfall der Pumpen	Stck.	543,50	3.111,11	1.140,58	6
	07	Wassermengennessvorrichtung	Stck.			409,03 *	
	08	Tank (max. 20 m³) zum Auffangen und Transport von Wasser, an- und abtransportieren, inkl. Aufstellen und Reinigen	Stck.	132,27	3.054,97	814,64	26
		Kontamination:					
		kontaminiert		132,27	3.054,97	x 1,1	
		nicht kontaminiert		269,10	3.010,08	x 1,0	
	09	Tauchkörperpumpe, ein- und ausbauen; Betriebsstunde einschl. Wartung	h			8,69 *	
		Fördermenge:					
		< 10 m³/h				x 0,8 *	
		10 - 60 m³/h				x 1,0 *	
		> 60 m³/h				x 1,4 *	
	10	Sandfilter, manuell rückspülbar inkl. Rückspül-puffer, aufbauen, umsetzen, abbauen und abtransportieren, Größe 1,5-2 m³; Förderlsg. bis 10 m³/h, Filtersand einbauen und entsorgen; inkl. Wintersicherung	Stck.	678,00	5.672,20	1.649,17	9
25	08	00	Vorhaltungen, Betriebe, Überwachungen, Wartungen				
	01	Offene Wasserhaltung vorhalten und betreiben, einschl. aller Förderanlagen	d	25,03	1.094,00	187,67	29
		ohne Wasserreinigung		55,22	554,75	x 1,0	
		einschl. Wasserreinigung		25,03	1.094,00	x 1,3	
	02	Offene Wasserhaltung vorhalten einschl. aller Förderanlagen, Vorhaltebehälter, ohne Wasserreinigung	Wo	42,61	383,47	199,41	5
	03	Pumpensümpfe betreiben, inkl. aller Nebenkosten	h	0,61	12,58	3,28	11
	04	Drainageleitung betreiben, inkl. Ein- und Ausbau der Pumpen, Ableitung des geförderten Wasser, Anschluss und Betrieb der Leitungen inkl. Material, Stromversorgung, Wartung und Dokumentation	Wo	766,30	4.407,34	2.701,91	6
	05	Geschlossene Wasserhaltung vorhalten und betreiben, einschl. aller Förderanlagen ohne Wasserreinigung	d	28,23	701,90	117,27	49
	06	Vakuumanlage vorhalten, inkl. aller Nebenkosten	h	39,39	106,52	61,84	4
	07	Vakuumanlage betreiben, inkl. aller Nebenkosten	h	1,07	185,84	18,57	25
	08	Grundwasser-Absenkungsanlage betreiben	Wo	276,10	1.043,29	632,34	7
	09	Bauwasserhaltung betreiben; bei Unterschreitung der Einleitwerte des Rohwassers, Ableiten des ungereinigten Wassers in die Kanalisation	m³	9,45	79,25	49,53	4
	10	Brunnen im Anstrom und deren Leitungen und Armaturen betreiben, inkl. Wartung, Instandsetzung, Erneuerung	h	0,26	33,75	5,79	11

LB-AF Nr. Leistungsbereich

25 00 00 Wasserhaltung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11	Reinigungsanlage zur Wasserhaltung betreiben, inkl. Beseitigung der anfallenden Schlämme ohne Schlammabseparierung	Wo	125,00	1.300,00	755,56	6
12	Pumpen zur Entwässerung der Baufelder vorhalten und betreiben während der kompletten Bauzeit (24 Std/d, 7d/Wo), Q = 0-22 m³/h, Förderhöhe ≤ 7,5 m	Wo	81,71	2.092,42	397,45	29
13	Pumpen betreiben, Fördermenge bis 20 m³/h	d	2,99	298,92	36,42	19
14	Überwachung und Wartung der Grundwasserabsenkungsanlage; unabhängig von der Anzahl der betriebenen Geräte durch fachkundiges Personal	d	4,57	42,46	14,75	6
15	Sandfilter vorhalten und betreiben, Größe 1,5-2 m³; Förderleistung bis 10 m³/h	d	15,34	140,00	72,17	9
16	Tank zum Auffangen und Transport von Wasser vorhalten Kontamination: kontaminiert nicht kontaminiert Volumen: < 20 m³ > 20 m³	Wo	14,54	15.156,92	72,67	16
17	Stromerzeuger 11 kVA	h			7,67 *	
18	Stromverteileranlage	d			2,56 *	
19	Notstromaggregat, vorhalten	d	15,10	111,11	47,89	5
20	Notstromaggregat, betreiben	h	1,51	36,68	14,88	11
21	Wintersicherung für alle Anlagenteile, einschl. elektrischer Energie zur evtl. Beheizung	Mt.	261,42	2.469,56	685,75	19
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

26 Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung

26.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Zwischenlager und Bereitstellungslager werden nach TA Luft Nr. 5.4.8.12/14 als „Anlagen zur (zeitweiligen) Lagerung von Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden“, definiert. Damit fallen sowohl Zwischenlager mit einer Betriebsdauer > 1 Jahr wie auch Anlagen, die kürzer als 1 Jahr in Betrieb sind, unter den Regelungsumfang der TA Luft. Nach der 4. BImSchV erfordern Zwischenlager unabhängig von der Betriebsdauer eine Genehmigung nach BImSchG § 10 (Genehmigungsverfahren) bzw. § 19 (Vereinfachtes Verfahren).

Nach TA Luft Nr. 5.4.8.12/14 sind Zwischenlager so auszubilden, dass Schadstoffe nicht in den Boden und in das Grundwasser gelangen können. Der Zutritt von Niederschlagswasser ist durch Abdeckungen oder Überdachungen zu verhindern, um Schadstoffemissionen über Sickerwässer zu minimieren. Weitere emissionsmindernde Maßnahmen für die Lagerung, Förderung, Aufbereitung, den Umschlag und Transport von festen Stoffen werden in der TA Luft Nr. 5.2.3 definiert. Mit dem Genehmigungsbescheid werden die für den Einzelfall relevanten Auflagen zur Ausführung des Zwischenlagers (z. B. Basisabdichtung, Abdeckung, Sickerwasserfassung) sowie zum laufenden Betrieb (z. B. Kontrollbuch für Folienabdeckungen) festgeschrieben.

Generell sind drei Typen von Zwischenlagern möglich, die sich in ihren Anwendungsbereichen unterscheiden, jedoch auch in Kombination miteinander eingesetzt werden können:

1. Bodenlager mit Basisabdichtung, Sickerwasserdrainage und Folienabdeckung;
2. geschlossene Zwischenlagerhallen mit Abluftbehandlung;
3. Lagerung in Containern.

Zwischenlager werden bei umfangreichen Rückbau- und Sanierungsmaßnahmen erforderlich, wenn Bodenaushub oder Materialien aus dem Gebäude- und Anlagenrückbau nicht unmittelbar abtransportiert werden. Die Lage und ausreichende Dimensionierung von Zwischenlagern ist bereits bei der Planung zu berücksichtigen.

Zwischenlager sind erforderlich bei on-site Dekontaminationsmaßnahmen, on-site Immobilisierungen und on-site Umlagerungen. Bei allen off-site Dekontaminationen sowie der Umlagerung zur Verwertung oder Depositionierung kann in Abhängigkeit von Menge und Schadstoffbelastung des zu entsorgenden Materials eine kurzfristige Bereitstellungslagerung z.B. in Transportcontainern auf dem Sanierungsstandort notwendig werden. Bei der Herstellung von Oberflächenabdichtungen ist eventuell eine Zwischenlagerung von nichtkontaminiertem Bodenmaterial zu berücksichtigen.

Darüber hinaus können Zwischenlager auch für folgende Tätigkeiten genutzt werden:

- als Standort für Aufbereitungsanlagen von mineralischen Bauabfällen (Brecher, Siebanlagen etc.),
- als Bereitstellungslager und Umschlagplatz für Container, Big-Bags und andere Abfallbehälter,
- zur Probenahme aus Haufwerken und Abfallbehältern im Zuge der Separierung, Klassifizierung und Deklaration zur Entsorgung.

Für umfangreiche Rückbaumaßnahmen ist die ausreichende Dimensionierung von Zwischenlagern von besonderer Bedeutung. Ein häufiger Umschlag von Abbruchmaterialien auf dem Baustellengelände ist zu vermeiden, um einer Vermischung der beim Abbruch separierten Baustoffe entgegen zu wirken. Dazu sind auf ein oder mehreren Zwischenlagern ausreichende Kapazitäten für die räumlich klar getrennte Lagerung und ggf. Beprobung bereitzustellen.

Beim Umgang mit kontaminierten Materialien auf dem Zwischenlager sind geeignete Arbeits- und Emissionschutzmaßnahmen vorzusehen (s. LB 22-00-00).

Die Zwischenlagerung in off-site Entsorgungsanlagen wird hier nicht berücksichtigt, sondern ist in den jeweiligen Kernleistungen eingeschlossen (z. B. Zwischenlagerung vor einer off-site Bodenwäsche).

26.2 Kostenermittlung

26.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum für Zwischenlager herstellen	m ²	
Unterbau für Zwischenlager herstellen	m ²	m ³
Zwischenlager		
herstellen einschl. Basisabdichtung	m ²	psch.
betreiben	Wo	Mt.
Aufkantung aus Asphaltbeton herstellen	m	
Entwässerungsrinnen und Sammelgräben zur Wasserfassung herstellen	m	
Sinkkasten zur Sickerwasserfassung liefern, einbauen, entfernen	Stck.	
Lagerfläche wöchentlich reinigen	Stck.	
Folienabdeckung für Mieten herstellen	m ²	
Bewirtschaftung der Mieten (Befeuchten, Abdeckung)	m ³	
Transport von Boden / Bauschutt von der Anfallstellen zum ZL einschließlich Aufsetzen in Mieten	t	m ³
Verladen von Boden / Bauschutt im ZL	m ³	
Container		
mieten	Wo	
liefern, vorhalten, umstellen, entfernen	Stck.	

Das Kostenmodul differenziert zwischen Feststoffen und Flüssigkeiten. Zwischenlagerungen von Feststoffen sind volumenspezifisch; dabei wird die Art der Zwischenlagerung berücksichtigt. Für die kurzfristige Zwischenlagerung in Transportcontainern wird ein prozentualer Anteil des Gesamtaushubvolumens angesetzt. Dazu werden folgende Anhaltswerte verwendet:

Gesamtaushubvolumen [m ³]	Vorzuhaltendes Lagervolumen bei kurzfristiger Zwischenlagerung als prozentualer Anteil des Aushubvolumens [Vol.-%]
< 1.000	ca. 15
1.000 - 10.000	ca. 10
> 10.000	ca. 3 - 5

Die Dauer der kurzfristigen Zwischenlagerung bestimmt aufgrund der hohen Containermietpreise wesentlich die Kosten. Die Dauer der Zwischenlagerung ist vorzugeben. Die kurzfristige Zwischenlagerung von kontaminierten Flüssigkeiten dient als Puffer bei evtl. Betriebsstörungen.

Die Behälterart (offene Container, geschlossene Kunststofftanks) ist in Abhängigkeit von den Schadstoffeigenschaften (Dampfdruck) zu wählen. Als Zwischenlagerungsdauer für kontaminierte Flüssigkeiten werden 8 Stunden angesetzt bezogen auf die Fördermenge der Grundwasserfassung bzw. Sickerwasserfassung, d.h. bei einer Wasserförderung von 5 m³/h sind Kosten für ein Speichervolumen von 8 h x 5 m³/h = 40 m³ zu kalkulieren.

LEISTUNGSBEREICH 26-00-00 *	ZWISCHENLAGERUNG (on-site) *		
FESTSTOFFE			
Sanierungstechnik	Art des Zwischenlagers	Kostenansatz KFS [€/m³]	
Dekontamination on-site Immobilisierung on-site Umlagerung on-site Oberflächenabdichtung	Bodenlager mit Basis- abdichtung, Drainage, Abdeckung	5,10	
Dekontamination off-site Deponierung Umlagerung	kurzfristige Containerlagerung on-site	Lagerungsdauer	KFS [€/m³]
		1 Monat	15,30
		2 Monate	20,50
		4 Monate	35,80
		6 Monate	46,00
		12 Monate	61,40
FLÜSSIGKEITEN / SCHLÄMME			
Behälterart	Kostenansatz KFL [€/m³]		
offene Container	256		
geschlossene Kunststofftanks	511		
Ermittlung des erforderlichen Behältervolumens:	Dauer der Zwischenlagerung (Pufferlager) DZW = 8h Lagervolumen Feststoffe VFS [m³] = Q[m³/h] x DZW[h] Lagervolumen Flüssigkeiten/Schlämme VFL [m³] = Q[m³/h] x DZW[h]		
Kosten LB 26-00-00 = Lagervolumen VFS, FL [m³] x KFS, FL [€/m³] = _____ €			

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

26.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 11-00-00	Umwelt- und Geotechnische Felduntersuchung, Probenahme
LB 12-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 51-00-00	Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung
LB 81-00-00	Entsorgung, Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

26 00 00 Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
26 01 00	Errichtung (Komplettleistung) Zwischenlager / Bereitstellungslager					
01	Zwischenlager für wiedereinzubauende Bauteile einrichten und betreiben	psch.	422,77	4.739,40	2.369,44	14
02	Zwischenlager für Bodenaushub und Bauschutt herstellen und betreiben; Schwarzdecke mit Gefälle zum Schlammfang und Überlaufschacht (Sickerwasserfassung); Randwall mind. 10 cm; 2 Überfahrmöglichkeiten mind. 3 m Breite Fläche: bis 1.000 m ² bis 5.000 m ² über 5.000 m ²	psch.	1,00 3.798,25 #	97.145,00 97.145,00 #	7.578,38 x 1,0 x 1,5 x #	72
03	Zwischenlagerflächen bereitstellen für kontaminierten Erdaushub und Bauschutt und Abdeckung durch verwehgesicherte Folien (inkl. Liefern, Vorhalten und Entsorgen der Folien); kontaminierte Niederschlagswässer sind zu sammeln und zu entsorgen	psch.	1,00	8.044,60	2.876,74	12
04	Übergabeplatz einrichten, vorhalten, betreiben und räumen	psch.	1.022,58	2.965,49	2.229,55	7
05	Zwischenlager für Bodenaushub einrichten, Umwallung aus abgeschobenem Material, Sauberkeitsschicht (ca. 10 cm), Abdichtung 2 mm starke HDPE-Folie inkl. Verschweißen, Schutzschicht (ca. 10 cm), Abdecken der Mieten mit Planen	m ²	5,70	25,46	15,69	12
06	Bereitstellungsfläche mit Basisabdichtung zur Entwässerung von Aushubmaterial herstellen inkl. Pumpenschacht und Anschluss an Dränleitung; Instandhaltung und Rückbau der Fläche	m ²	8,28	40,47	19,79	9
07	Bereitstellungsfläche herstellen mit HDPE-Folienabdichtung > 1 mm für kontaminierte Materialien, inkl. Anlieferung, Abtransport und Entsorgung der Folie	m ²	0,85	56,81	17,52	32
26 02 00	Errichtung (Einzelleistungen) Zwischenlager / Bereitstellungslager					
01	Aufstandsfläche des Zwischenlagers planieren und verdichten (DPr = 97%)	m ²	0,20	0,90	0,74	5
02	Rohplanum herstellen und verdichten, Außen-gefälle 1% zu randlichen Entwässerungsgräben, DPr = 100%	m ²	0,30	2,80	0,92	11
03	Planum herstellen und verdichten, Dachprofil mit Quergefälle von 1% zu randlichen Entwässerungsgräben, DPr = 100%; Plattendruckversuch	m ²	0,36	1,30	0,89	5
04	Tragschicht aus Frostschutzmaterial 0/56 liefern, abkippen und verdichtet einbauen; Einbau in 2 Lagen je 0,25 m mit Außengefälle, Ev ₂ ≥ 45 MN/m ² , Ev ₂ / Ev ₁ ≤ 2,0	m ³	10,27	24,80	19,79	10
05	Tragschicht aus Schotter-Splitt-Sand-Gemisch 0/45 mm, d=0,46 m, liefern und einbauen, mit Quergefälle; Verdichtungsgrad Ev ₂ >150 MN/m ² ; Plattendruckversuch	m ²	8,93	14,90	12,63	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

26 00 00 Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	Preis in Euro mittel	Daten- anzahl
06	Faservliesstoffe liefern und verlegen, Flächen- gewicht mind. 500 g/m ² , Geotextilrobustheits- klasse 4 Überlappung:	m ²	2,11	8,21	2,52	15
	0,50 m		2,11	3,08	x 1,0	8
	1,00 m		2,61	8,21	x 1,8	7
07	Kalksteinschotter liefern und auf Vlies in Stärke = 0,2 m aufbauen	m ³	29,64	127,82	69,20	7
08	Kunststoffdichtungsbahn als Basisabdichtung, PEHD 1,5-2,5 mm liefern, verlegen, verschwei- ßen, entfernen	m ²	2,54	17,80	9,17	13
09	Aufkantung aus Asphaltbeton (0/11 S) im Heiß- einbau herstellen, Höhe 8 cm; Verdichtungs- grad mind. 97%, inkl. Liefern des Materials und aller Nebenleistungen	m	8,00	22,63	13,73	5
10	Bituminöse Trag- / Deckschicht (d=14 cm) des Zwischenlagers aufbrechen, lösen, laden und entfernen	m ²	3,50	12,51	6,37	5
11	Wiederherstellen der Oberfläche nach Rückbau des Zwischenlagers, Verfüllen der Gräben mit dem seitlich abgeschobenen Oberboden, hö- hengleicher Anschluss an Umgebungsgelände, Wiederbegrünung	m ²	0,49	3,50	1,08	11
26 03 00	Betrieb, Unterhaltung, Reinigung Zwischenlager / Bereitstellungslager					
01	Betrieb und Unterhaltung des Lagers	Wo			255,65 *	
02	Lagerfläche für Zwischenlagerung von Boden- aushub bereitstellen und betreiben	m ² d			1,23 *	
03	Mieten bewirtschaften, ggf. befeuchten und vor Witterungseinflüssen mittels geeigneter Folie schützen	m ³	1,08	27,76	9,14	11
04	Befeuchten aller in Betrieb befindlichen Baustrassen, Zwischenlager und Aushubberei- che	psch.	225,12	37.873,82	4.239,21	35
05	Lagerfläche einschl. Entwässerungsrinne me- chanisch vorreinigen, anschließende Nassreini- gung mittels Dampfstrahler (wöchentlich)	Stck.	46,50	352,86	159,18	5
06	Endreinigung der Lagerfläche und aller Eleme- nte des Lagers	Stck.	199,10	1.912,39	907,87	5
07	Berieselungsanlage liefern, vorhalten und räu- men	psch.	260,76	2.229,23	1.012,93	7
26 04 00	Wasserfassung, sonstige Einbauten					
01	Entwässerungsmulde aus Betonmuldensteinen herstellen auf Magerbetonbett B15, inkl. Rohr- leitung PEHD DN 150	m	27,49	85,20	53,12	6
02	Entwässerungsrinne aus Beton B45, Längsge- fälle 0,5%, Belastungsklasse F900 DIN 19580, liefern, verlegen, wieder entfernen	m	129,40	386,13	236,32	5
03	Entwässerungsrinne abdichten: Dichtfuge reinigen, Füllschnur in Fugen einpressen, ver- fugen und wieder rückbauen	m	6,84	32,88	19,23	5
04	Gitterrost (Guss) für Entwässerungsrinne, Belastungsklasse F900 DIN 19580 liefern, einbauen, wieder entfernen	m	28,50	150,97	105,86	5
05	Linieninkkasten aus Beton B45, mit KG-Muffe, bis Belastungsklasse F900 DIN 19580, mit Schlammeimer liefern, einbauen, wieder entfer- nen	Stck.	398,20	1.315,16	761,62	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

26 00 00 Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro		Daten- anzahl
					max	mittel	
26 05	06	Abdeckung (Guss) für Liniensinkkasten, Belastungsklasse F900 DIN 19580, liefern, einbauen, wieder entfernen	Stck.	52,00	98,97	74,73	5
	07	Entwässerungs- und Sammelgräben herstellen und unterhalten, mit Anschluss an vorhandenen Straßengraben, T = 0,5 m, B _o = 1,5 m, B _u = 0,5 m, Aushub seitlich lagern	m	1,00	7,90	4,67	11
	08	Schlamm Auffangbehälter 10 m³ liefern, einbauen, vorhalten und betreiben; Einbau ebenerdig, Zuleitung zur bestehenden Sickerwasserreinigungsanlage über Pumpenschacht mit schwimmer-gesteuerter Schmutzwassertauchpumpe	psch.	222,21	4.206,35	1.943,44	19
	09	Stahlbetonwinkelstützwand (h = 1 m) als Randbegrenzung eines Bodenlagers herstellen auf Magerbetonbett B15	m	27,49	85,20	53,12	6
	00	Witterungsschutz					
	01	Aufgehaldeten kontaminierten Bodenaushub mit stabiler, reissfester und wasserundurchlässiger Baufolie (PE; d=0,2 mm; UV-resistent) ab- und aufdecken einschl. Liefern und Entsorgung der Baufolie	psch.	383,47	3.263,42	1.974,05	9
	02	PEHD-Folie UV-beständig, d = 0,5 mm liefern, zur Abdeckung von Mieten auslegen und sichern; Überlappung 0,5 m	m²	0,08	8,89	1,90	61
		bis 1000 m²		0,08	4,45	x 1,0	
		bis 5000 m²		0,40	2,22	x 0,7	
		über 5000 m²		0,09	8,89	x 0,7	
	03	Lieferung von geeigneter Folie und Abdecken von Haufwerken; Sicherung gegen Wind mit Sandsäcken (einschl. Abtransport und Entsorgung der Folie)	m²	2,31	22,00	16,35	5
26 06	00	Sortierung, Verladung, Zwischentransporte					
	01	Mischhaufwerke mit sortenreiner Trennung vorsortieren, Aufnahme und Beladung in bereitgestellte Container	m³	5,10	5,10	5,10	1
	02	Transport von Boden und Bauschutt von der Anfallstelle zum Zwischenlager, aufmieten, bis zur Vorlage der Deklarationsanalytik zwischenslagern, einschl. Verladung	t	0,01	23,01	0,89	24
	03	Abbruchmaterial (Mauerwerksabbruch, Betonabbruch) im Baufeld laden, zum Zwischenlager transportieren,	m³	0,18	7,13	1,91	30
		in 500 m³-Chargen aufmieten		0,18	3,75	x 1,0	
		in Stahlmulden zwischenslagern		0,26	7,13	x 1,7	
	04	Quertransport und Aufhaldung des kontaminierten Bodenaushubs einschl. Erstellung einer Basisabdichtung aus Folie und Abdeckung der Halden mittels Folie	m³	5,64	6,90	6,30	4
	05	Umlagerung von Boden, Bauschutt und Gemischen auf der Bereitstellungsfläche	m³	0,79	1,53	1,20	3
	06	Aufnahme und Verladen belastetem / unbelastetem Boden im Zwischenlager / Bereitstellungsfläche durch Radlader auf LKW	t	0,43	4,22	1,43	28
	07	Transport von Boden und Bauschutt vom Zwischenlager zur Baustelle, einschl. Verladung	t	1,43	2,28	1,94	3

LB-AF Nr. Leistungsbereich

26 00 00 Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
26 07 00	08 Transport von Frostschutzmaterial (0/56) vom Zwischenlager zum Einbaubereich, einschl. Verladung	t	0,03	4,58	1,62	11
	09 Transport belasteten Abwassers aus zentralem Abwasserbehälter der Baustelleneinrichtungsfläche zum Zwischenlager, einschl. Leerpumpen des Behälters und Entleeren des Tankwagens im Zwischenlager	m³	23,70	33,99	29,65	3
	10 Transport eines befüllten Containers (7 m³) zum Zwischenlager	Stck.	40,45	81,81	61,06	6
	11 Umsetzen eines befüllten Containers (7 m³) innerhalb des Zwischenlagers	Stck.	28,38	134,98	59,58	6
	12 Container transportieren	km	1,05	19,40	4,51	7
	Container liefern, vorhalten und abholen					
	01 Multilift / Absetzcontainer offen Volumen:	Mt	54,70	225,61	95,85	6
	36/38 m³		54,70	225,61	x 1,0	
	30 m³				x 0,9 *	
	20/23 m³				x 0,8 *	
	10/13 m³				x 0,55 *	
	7 m³				x 0,4 *	
	4 m³				x 0,36 *	
	02 Multilift / Absetzcontainer mit Deckel	Mt	0,01	75,83	27,40	49
	36/38 m³		#	#	x #	
	30 m³		#	#	x #	
	20/23 m³		#	#	x #	
	10/13 m³		4,89	59,05	x 1,0	
	7 m³		0,01	75,83	x 0,9	
	4 m³		0,07	25,42	x 0,3	
	03 Multilift- / Absetzcontainer bis 10 m³, auslaufsicher, wasserdicht, mit Deckel, Zulassung nach DIN 30720 und GGVS	Mt	76,69	1.932,68	343,61	24
	04 Schuttmulde / -container (V = 7 m³)	Stck.	109,87	523,04	200,56	6
	05 Schuttmulde / -container (V = 10 m³)	Stck.	41,01	1.709,41	361,23	18
	06 Selbstpresscontainer	Mt			255,65 *	
	07 Spezialcontainer für Leuchtstoffröhren	Mt			14,32 *	
	08 separate Stahlblechdeckel für Container liefern und vorhalten, mit umlaufender Dichtung	Stck.	11,12	1.522,09	209,13	6
	09 Container (bis 10 m³) für Containerzwischenlager vor Ort liefern, vorhalten, umstellen, entfernen. Einschließlich Verwehschutz, Zwischen- und Endreinigung	Stck.	78,10	1.825,99	534,83	9
	10 Schlammbehälter (Container 15 m³; auslaufsicher) liefern, aufstellen, abtransportieren zur Zwischenlagerung von Spülgut	Stck.	350,00	4.850,00	2.188,00	5
	11 Schlammbehälter (Container 15 m³; auslaufsicher) zur Zwischenlagerung von Spülgut vor- und unterhalten einschl. Betriebs- und Wartungskosten	Wo	175,00	990,00	643,00	5
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

26.3 Literatur

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), vom 24.07.2002, GMBL. S. 511.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), vom 26.09.2002, BGBl. I S. 3830.

Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV), vom 14.03.1997, letzte Änderung am 06.05.2002, BGBl. I S. 1569.

26.4 Information über Leistungsanbieter

Die Leistungen zur Errichtung eines Zwischen- oder Bereitstellungslagers werden zumeist durch den Auftragnehmer für die Bereiche Erdbau / Sanierung oder Rückbau / Abbruch ausgeführt.

27 Direkt- / Indirekteinleitung und Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser

27.1 Direkteinleitung

27.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Direkteinleitung umfasst das unmittelbare Einleiten von unbehandeltem oder behandeltem Abwasser und ungenutzt eingeleitetem Wasser in ein Oberflächengewässer oder in den Untergrund (s. Versickerung Kap. 27.3).

Hierzu ist eine wasserrechtliche Erlaubnis nach dem Wasserhaushaltsgesetz erforderlich. Das direkte Einleiten von Abwässern mit gefährlichen Inhaltsstoffen bedarf einer Einzelgenehmigung der zuständigen Wasserbehörde, ist aber in der Regel nicht genehmigungsfähig.

Das jeweilige Einleitvolumen wird bei der Einleitung dekontaminierten Wassers über den Durchsatz der Behandlungsanlage bestimmt, die Behandlungsdauer wird in der Genehmigung festgeschrieben. Bei unbehandeltem Wasser ergibt sich das Einleitvolumen über den Durchsatz der Fördereinrichtungen.

Entsprechend der Rahmenbedingungen der Einleitung (befristete Einleitung, Wasser aus Reinigungsanlagen etc.) ist gegebenenfalls eine Einzelfallprüfung vorzunehmen.

27.1.2 Kostenermittlung

27.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Direkteinleitung	m ³	
Wassermengenzähler liefern und installieren	Stck.	

Das Kostenmodul kann im Kapitel 27.3.2 eingesehen werden.

27.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Erdarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
27 10 00 Direkteinleitung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- und Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
27 11 00	Direkteinleitung					
01	Direkteinleitungsgebühren (Gebührenordnung NRW) Berechnung mind. 100 m³					
	bis 2.000 m³/a	m³			3,00	
	2.001 - 10.000 m³/a	m³			1,75	
	10.001 - 100.000 m³/a	m³			0,60	
	100.000 - 1.000.000 m³/a	m³			0,20	
	1.000.001 - 10.000.000 m³/a	m³			0,08	
	über 10 Mio m³/a	m³			0,01	
02	Wassermengenzähler installieren	Stck.	573,93	573,93	573,93	1
27 12 00	Zuleitung zum Vorfluter					
01	Einleitbauwerk an der Böschung des Vorfluters herstellen, aus Naturstein in Mörtelbett, inkl. Materiallieferung, b / h / t = 1,2 / 1,2 / 1,2 m	Stck.	182,63	5.521,95	1.198,84	20
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

27.2 Indirekteinleitung

27.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Unter Indirekteinleitung versteht man die Einleitung von Grund-, Oberflächen-, Niederschlags- oder Sickerwasser in öffentliche Kanalisationen und / oder Abwasserbehandlungsanlagen.

Nach § 7a Abs. 1 WHG darf eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser nur erteilt werden, wenn die Schadstofffracht des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies nach dem Stand der Technik und für die jeweils in Betracht kommenden Verfahren möglich ist. Die Indirekteinleiterverordnungen der Bundesländer machen eine Genehmigungspflicht zur Ableitung von Abwasser in die öffentliche Kanalisation von der Überschreitung vorgegebener Konzentrations- und Frachtwerte bestimmter Abwasserinhaltsstoffe abhängig. Dabei orientieren sich die Bundesländer für bestimmte Herkunftsbereiche an den Anhängen zur Abwasserverordnung. Diese definiert in zurzeit 57 Anhängen für verschiedene Herkunftsbereiche die Bedingungen, nach denen eine Einleitgenehmigung für Abwässer erteilt wird.

Das Einleitvolumen von dekontaminierten Wasser wird über den Durchsatz der Behandlungsanlage bestimmt, die Behandlungsdauer wird in der Genehmigung festgeschrieben. Bei unbehandeltem Abwasser / Grundwasser ergibt sich das Einleitvolumen über den Durchsatz der Fördereinrichtungen.

Entsprechend der Rahmenbedingungen der Einleitung (befristete Einleitung, Wasser aus Reinigungsanlagen etc.) ist gegebenenfalls eine Einzelfallprüfung vorzunehmen.

27.2.2 Kostenermittlung

27.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Indirekteinleitung	100 m³	
Wassermengenzähler liefern und installieren	Stck.	

Das Kostenmodul kann im Kapitel 27.3.2 eingesehen werden.

27.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 52-00-00	Hydraulische Maßnahmen
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

LB-AF Nr. Leistungsbereich
27 20 00 **Indirekteinleitung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- und Sickerwasser**

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
27	21	00					
		01					
		Indirekteinleitungsgebühren (Gebührenordnung NRW) Berechnung mind. 100 m³					
		bis 10.000 m³	100 m³			2,50	
		10.001 - 50.000 m³	100 m³			2,00	
		50.001 - 100.000 m³	100 m³			1,50	
		100.001 - 1.000.000 m³	100 m³			0,75	
		> 1.000.000 m³	100 m³			0,40	
	02	Wassermengenzähler installieren	Stck.	573,93	573,93	573,93	1
	03	Beantragung der Abwassereinleitung bei Stadtwerken inkl. Anschlussgebühren, Abmeldung	psch.	94,59	766,94	288,21	5
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

27.3 Versickerung

27.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Versickerung von Grund-, Oberflächen-, Prozess- oder Sickerwasser gehört grundsätzlich zu den Verfahren der Direkteinleitung. Mit dem neuen ATV-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ (Januar 2002) wurde der Geltungsbereich des Arbeitsblattes auf alle Siedlungsflächen sowie auf Flächen des ruhenden und fahrenden Verkehrs erweitert. Das Arbeitsblatt gilt für die Versickerung von Niederschlagsabflüssen, die auf durchlässig und undurchlässig befestigten Flächen anfallen.

Für die Versickerung von Niederschlagswasser sowie in besonderem Maße für die Versickerung von dekontaminierten Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser sind die Anforderungen des BBodSchV zu berücksichtigen. Es ist immer eine Abwägung zwischen dem Schutzanspruch des Bodens und dem Nutzungsanspruch an den Boden vorzunehmen.

In der Tabelle 1 des ATV-A 138 werden die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Versickerungsanlagen (für Niederschlagswasser) in Abhängigkeit von Abflussfläche und Belastungssituation dargestellt. Die Zulässigkeit der Versickerung von dekontaminiertem Abwasser ist stets als Einzelfall in enger Abstimmung mit der zuständigen Behörde zu prüfen.

Für Versickerungsanlagen gibt es in Abhängigkeit der vorhandenen Standortbedingungen folgende technische Ausführungsmöglichkeiten:

Versickerungsanlage	Oberboden- passage	Beschreibung
Flächenversickerung	X	i. d. R. Versickerung durch bewachsenen Boden auf Rasenflächen oder unbefestigten Randstreifen
Muldenversickerung	X	begrünte Versickerungsfläche, Durchlässigkeit $k_f > 5 \times 10^{-6}$ m/s, Einstauhöhe auf ca. 30 cm begrenzt, Beschickung möglichst oberirdisch über offene Rinnen
Mulden-Rigolen-Element	X	Versickerung des Wassers über begrünte Mulde in darunter liegende Rigole, Durchlässigkeit k_f bis 1×10^{-6} m/s möglich, Entlastung der Mulde durch Überlauf in Rigole möglich
Rigolenversickerung	-	Zuleitung oberirdisch in kiesgefüllten Gräben, Zwischenspeicherung und verzögerte Ableitung in den Untergrund entsprechend der Durchlässigkeit des umgebenden Bodens, Kombination mit Rohr-Rigolenversickerung möglich
Rohr-Rigolenversickerung	-	Zuleitung unterirdisch in einen in Kies gebetteten Rohrstrang, Absetzeinrichtung im Zulauf und Spülschacht Rigolenende, Überdeckung des Rohrstrangs mit Füllboden bis zur GOK, Kombination mit Rigolenversickerung möglich
Schachtversickerung	-	Minstdurchmesser Betonschachtringe DN 1000, Abstand OK Filterschicht zu mittlerem höchstem GW-Stand $> 1,5$ m, a) seitliche Durchtrittsöffnungen oberhalb Filterschicht (Sohle) mit eingebautem Filtersack (Filtersackwechsel erforderlich), b) seitliche Durchtrittsöffnungen unterhalb Filterschicht (Sohle) ohne Filtersack (Abschälen der Filterschicht erforderlich)

Versickerungsanlage	Oberboden- passage	Beschreibung
Beckenversickerung	X	Oberbodenauflage > 0,1 m, Durchlässigkeit $k_f > 10^{-5}$ m/s erforderlich, i. d. R. mit Absetzanlage vor dem Zulauf, Verhältnis angeschlossene Fläche / versickerungswirksame Fläche: > 15
Mulden-Rigolen-System	X	Zusammenschluss mehrerer Mulden-Rigolen-Elemente mit gedrosselter Ableitung der Rigole in Rohrsystem (Kanal) oder offenen Graben (Vorfluter), Drosseleinrichtung in Schacht am Ende jeder Rigole

Grundsätzlich sind hydraulisch gering belastete Versickerungsanlagen mit Oberbodenpassage (Mulden, Mulden-Rigolen, Becken- und Flächenversickerung) Anlagen ohne Oberbodenpassage (Rigolen, Rohrrigolen oder Schächte) vorzuziehen.

Als wesentliche qualitative und quantitative Voraussetzung für die Versickerung gilt die Durchlässigkeit des Sickerraums (günstig: k_f von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s). Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte 1 m nicht unterschreiten, um eine ausreichende Sickerstrecke für das eingeleitete Wasser zu gewährleisten. Mit zunehmender Belastung des zu versickernden Wassers und hoher Durchlässigkeit des Sickerraums sollte der Sickerraum möglichst groß sein. Die Leistungsfähigkeit des Sickerraums im Hinblick auf die Reinigungsfähigkeit und den Stoffrückhalt wird durch die Filtrations- und Sorptionsprozesse sowie durch den biologischen Abbau im Boden bestimmt.

Das Arbeitsblatt ATV-A 138 stellt in Tabelle 3 Empfehlungen für hydrologische Grundlagen zur Bemessung von Versickerungsanlagen zusammen (z. B. maßgebliche Regendauer, Häufigkeit des Niederschlagsereignisses).

Beim Bau von Versickerungsanlagen sind Mindestabstände zu benachbarten Gebäuden einzuhalten. Dabei sind Art und Tiefe der Unterkellerung und der Grundwasserflurabstand besonders zu berücksichtigen. Bei nicht unterkellerten Gebäuden ist die Tiefe der Fundamente zur Ermittlung des erforderlichen Abstandes heranzuziehen. Das Arbeitsblatt ATV-A 138 zeigt im Bild 2 eine Skizze zum Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung.

Betriebliche Unterhaltungs- und Pflegemaßnahmen sowie die dabei einzuhaltenden Intervalle sind für alle Versickerungsanlagen in Tabelle 5 des ATV-A 138 zusammengestellt.

27.3.2 Kostenermittlung

27.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Zuleitungsgerinne herstellen	m	m ³
Schlammfang, Stoßbeschicker, Kontrollschächte liefern und setzen	Stck.	
Anschluss an Schächte herstellen	Stck.	
Rigole herstellen	m ³	m
Sickerrohr, Sickerpackung liefern und verlegen	m	
Sickerbrunnen herstellen	Stck.	
Versickerungsmulde herstellen	m ³	

LEISTUNGSBEREICH 27-00-00	EINLEITUNG VON GRUNDWASSER, PROZESS- ODER SICKERWASSER	
Direkteinleitung (LB 27-10-00)	Indirekteinleitung (LB 27-20-00)	Versickerung (LB 27-30-00)
<i>Erstellen einer Vorflutleitung; oberirdisch, einschließlich der erforderlichen Formstücke und Schieber; DN 500</i>	<i>Indirekteinleitung von gereinigtem Grundwasser / Oberflächenwasser / Sickerwasser sowie von unbelastetem Grundwasser und Niederschlagswasser</i>	<i>Schluckbrunnen herstellen, vor- und unterhalten, sichern, entfernen, einschließlich Sumpfp-, Filter-, Aufsatzrohr; DN 800</i>
Kostenansatz K [€/m]	Einleitgebühr G [€/m³] bis 100.000 m³	Baustelleneinrichtung BE [€]
38,00	1,50	2812,00
Einleitgebühr G [€/m³] bis 100.000 m³		Kostenansatz je m Brunnen K [€/m]
0,60		193,00
Kosten LB 27-10-00 = Σ Vorflutleitungslänge x K [€/m] + Einleitvolumen V [m³] x G [€/m³] = _____ €	Kosten LB 27-20-00 = Einleitvolumen V [m³] x G [€/m³] = _____ €	Kosten LB 27-30-00 = BE + (Σ Brunnenmeter x K [€/m]) = _____ €

27.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Erdarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
27 30 00 **Versickerung von Grund- und Oberflächen-**
wasser, Prozess- und Sickerwasser

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
27	31	00 Zuleitung, Gerinne					
		01 Ton-Schluff-Gemisch liefern und einbauen als Basis für Entwässerungsrinne, Einbauhöhe 0,70 m, (3-lagig à 0,20 m bzw. 0,30 m), Einbaubreite 1,70 m, 97 % Proctordichte, Gefälle 0,5 %	lfm	5,46	30,88	16,36	18
		02 Entwässerungsrinne herstellen, Gerinne aus Ton-Schluff-Gemisch der Vorposition mit halbkreis- / trapezförmigem Querschnitt; Q = 140 l/s, Gefälle 0,5 %	lfm	1,66	35,29	7,09	19
		03 Entwässerungsrinne herstellen, Gerinne aus Ton-Schluff-Gemisch mit trapezförmigem Querschnitt	m³	6,71	23,96	14,99	6
		04 Schotter / Sickerpackung aus Naturstein in Gerinne einbauen	m	23,40	29,40	26,33	4
		05 Kaskade profilieren	m	9,95	9,95	9,95	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

27 30 00 Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- und Sickerwasser

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	06	Übergang zwischen Tongerinne und Schlammfang herstellen, durch Einbindung eines Betonrohrs DN 300	Stck.	3,92	531,92	162,44	18
27	32	00 Schächte, Kontrolleinrichtungen					
	01	Manometer, Bauart nach DIN 16064, Manometerhahn R 1/2", drehbare Muffe, d=100mm, Anzeigebereich 0-3 bar, Druckstufe bis 10 bar	Stck.	159,78	159,78	159,78	1
	02	Schlammfang, V = mind. 3,1 m³ DN 2000, liefern und einbauen vor Versickerungsanlage, einschl. Bodenaushub bis 2,5 m uGOK, Verbau, Bodentransport zum Zwischenlager, Verfüllung mit Kiessand, Schutzanstrich innen / außen	Stck.	413,04	2.564,45	1.491,07	18
	03	Stossbeschicker liefern und einbauen als Übergang zur Rigolenversickerung, einschl. Aushub, Verbau, Transport zum Zwischenlager, Rückverfüllung, Schutzanstrich innen / außen; Betonfertigteile DN 1500, Einlauf DN 150, 3 Ausläufe DN 100, Einstau min. 350 mm	Stck.	548,98	3.526,07	1.227,75	18
	04	Spül- und Kontrollschacht DIN 4095, PVC-U-Wellrohr DN 315, mit Sandfang liefern und einbauen	Stck.	34,90	388,60	222,33	4
	05	Kontrollschacht aus Betonfertigteilen liefern und setzen, bestehend aus Betonring und Betonkonus DN 625 mit Steigeisen und befahrbarer Schachtabdeckung D 400 lichte Schachttiefe t:	Stck.	117,20	1.492,97	696,02	14
		bis 2,0 m		117,20	1.492,97	x 1,0	
		bis 3,0 m		#	#	x #	
		bis 4,0 m		#	#	x #	
		bis 5,0 m		#	#	x #	
		Durchmesser:					
		DN 1000		117,20	1.446,20	x 1,0	
		DN 1200		491,30	1.492,97	x 1,3	
27	33	00 Rigolen- / Rohrversickerung					
	01	Planum für Rigole herstellen	m²	9,95	9,95	9,95	1
	02	Boden für Rigole profilgerecht ausheben, seitlich lagern	m³	2,10	18,00	7,17	44
	03	Gräben für Rigolen ausheben, Boden seitlich lagern und über Kiesschicht wieder verfüllen Aushubtiefe:	m	2,10	30,73	14,38	16
		0,5 m		2,10	26,33	x 0,6	
		1,0 m		#	#	x #	
		2,0 m		7,98	30,73	x 1,0	
		Sohlbreite:					
		0,5 m		2,10	30,73	x 1,0	
		1,0 m		#	#	x #	
		2,0 m		#	#	x #	
	04	Gräben für KG-Rohre ausheben, Boden lösen, seitlich lagern und wieder verfüllen Aushubtiefe:	m	9,97	45,50	21,51	5
		1,0 m		#	#	x #	
		1,5 m		9,97	45,50	x 1,0	
		2,0 m		#	#	x #	
		Sohlbreite:					
		1,0 m		9,97	45,50	x 1,0	
		1,5 m		#	#	x #	
		2,0 m		#	#	x #	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

27 30 00 Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- und Sickerwasser

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	05	Vollsickerrohr DN 150 - DN 300 liefern und verlegen in vorh. Gräben	m	2,00	87,94	21,48	15
	06	Filterstabile Sickerpackung aus Kiessand 16/32 zur allseitigen Ummantelung der Sickerrohre liefern und einbauen	m	2,15	7,15	5,53	5
	07	Vollsickerrohr DN 200 liefern, in filterstabile Sickerpackung verlegen, Wände und Sohle mit Geotextil auskleiden, einschl. Lieferung aller Materialien	m	3,14	48,30	16,51	30
	08	KG-Rohre DN 150 liefern und verlegen	m	7,03	19,02	14,02	6
	09	Endkappe DN 150, DA 160 liefern und einbauen	Stck.	8,46	59,80	22,68	7
	10	Drainagevlies liefern und verlegen	m ²	0,10	2,53	0,88	30
	11	Kies für Rigole liefern und einbauen	m ³	16,46	57,47	31,85	12
	12	Rigole mit Geotextil abdecken	m	2,50	9,41	4,87	8
	13	Rigole mit seitlich gelagertem Aushub abdecken	m	7,00	10,30	8,17	3
	14	Versickerungs- und Vollrohrleitungen an Schächte anschließen, einschl. aller Pass- und Formstücke	Stck.	62,20	313,76	115,76	13
	15	Rigolenversickerung gem. ATV-Regelwerk: Breite 2 m, Tiefe 2,5 m, Länge 3 x 22 m einschl. Bodenaushub; Verbau; Einbau Sickerrohre, Kiespackung, Geotextil; Anschluss an Stossbeschicker	m	25,32	133,55	87,08	18
	16	Sickerstrang herstellen, T = bis 0,5 m, einschl. Sickerpackung aus Kies 16/32	m ³	7,70	27,40	19,30	4
27 34	00	Schachtversickerung					
	01	Sickerbrunnen herstellen, einschl. Filterkies-schüttung; Brunnentiefe bis 20 m; Bohrdurchmesser 1000 mm; Ausbaudurchmesser DN 400, einschl. Anschlussarmaturen	Stck.	2.797,31	6.074,15	3.861,51	11
	02	Sickerschacht aus Betonfertigteilen Ausbaudurchmesser DN 800-1000 mit dreistufigem Kiesfilter (8/16, 4/8, 2/4) lichte Schachttiefe t: bis 2,0 m bis 3,0 m bis 4,0 m bis 5,0 m Rohrdurchmesser: DN 1000 DN 1200	Stck.			997,02 *	
	03	Klarpumpen einzelner Sickerbrunnen	Stck.	84,36	628,89	213,37	11
27 35	00	Muldenversickerung					
	01	Erdbecken als Versickerungsgrube herstellen, wieder verfüllen und verdichten, Einleitstelle mit Magerbeton befestigen und nach Beendigung beseitigen	m ³			8,18 *	
	02	Versickerungsmulde in Bkl. 3-5 herstellen, T = 0,3 m, Oberbodenandeckung, Ansaat	m ³	4,00	38,10	12,72	9
	03	Vorflut-, Abfang-, Sickergräben, Mulden Bkl 3-5 herstellen; bis T = 0,50 m	m ³	5,28	13,34	9,89	5
	04	Versickerungsmulden mit Grobschotter befestigen	m ²	4,90	7,60	6,63	4
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

27.4 Literatur

ATV-DVWK-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.: Empfehlungen zur Versickerung und Wasserrückhaltung.

Geiger, W.; Dreiseitl, H.: Neue Wege für das Regenwasser – Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten, Hrsg. Emschergenossenschaft Essen und Internationale Bauausstellung Emscherpark GmbH Gelsenkirchen, 1995.

27.5 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

28 Kanalsanierung

Der Leistungsbereich beschreibt die gängigen Verfahren der Kanalreinigung und –untersuchung (Kapitel 28.1), der Kanalinstandsetzung (Kapitel 28.2) und der Kanalsanierung in geschlossener Bauweise (Kapitel 28.3). Leistungen zur Kanalerneuerung werden nicht aufgenommen.

Das ATV-Merkblatt M 143 "Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und –leitungen" unterscheidet die Begriffe Kanalinstandsetzung, Kanalsanierung und Kanalerneuerung. Es gibt Hinweise zum Erkennen, zum systematischen Beschreiben und zur Wahl geeigneter Verfahren zur Schadensbehebung.

Als Verfahren der Kanalinstandsetzung werden gemäß ATV-Merkblatt M 143 Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes bei örtlich begrenzten Schäden bezeichnet. Treten Schäden wiederholt oder in zunehmendem Umfang auf, so sind diese durch Verfahren der Kanalsanierung oder –erneuerung zu beseitigen.

Kanalsanierung wird gemäß ATV-Merkblatt M 143 als Maßnahme zur Wiederherstellung der Sollzustandes durch technische Veränderung der Kanäle unter Erhaltung ihrer Substanz definiert. Kanalerneuerung ist die Herstellung neuer Kanäle, die die Funktion der außer Betrieb genommenen Kanäle ersetzen.

Vorteile von Sanierungsmaßnahmen in geschlossener Bauweise gegenüber der noch häufig durchgeführten Erneuerung von Kanälen ergeben sich durch folgende Aspekte:

- keine oder nur kleine Baugruben, d.h. geringerer Aushub
(von Bedeutung bei Altlasten, für die andere Sanierungsoptionen als Auskoffnung geplant sind)
- geringere Aufwendungen für Arbeitsschutzmaßnahmen
(von Bedeutung bei Altlasten, für die andere Sanierungsoptionen als Auskoffnung geplant sind)
- kürzere Bauzeiten
- kreuzende Ver- und Entsorgungsleitungen
- erhaltenswerter Bewuchs, Oberflächenbelag, Bebauung, Verkehrswege

Qualitätsanforderungen an die Herstellung und Instandhaltung von Kanälen und Abwasserleitungen im Rahmen der Eigenüberwachung werden im „Leitfaden für die Eigenüberwachung“ der Gütegemeinschaft „Güteschutz Kanalbau“ formuliert (s. Leistungsanbieter).

Für die Auswahl geeigneter Instandsetzungs- und –sanierungsverfahren sind aufgrund der Vielzahl der angebotenen Verfahren am Markt Entscheidungshilfen, mit Hilfe derer das bestmögliche Verfahren unter Berücksichtigung aller verfahrenstechnischer, ökologischer, ökonomischer und rechtlicher Aspekte ausgewählt werden kann, von besonderer Bedeutung. Vor diesem Hintergrund wurde der „Leitfaden zur Auswahl von Bauverfahren für den Bau und die Instandhaltung erdverlegter Leitungen unter umweltrelevanten und ökonomischen Gesichtspunkten“ (Hrsg. GSTT) erarbeitet.

Bei den Kanalinstandsetzungs- und –sanierungsverfahren handelt es sich i.d.R. um spezielle Techniken, die nur von einem beschränkten Anbieterkreis fachgerecht ausgeführt werden kann. Für die Ausschreibung von Reliningverfahren wird daher im ATV-M 143 Teil 5 empfohlen, von der öffentlichen Ausschreibung abzuweichen und eine beschränkte Ausschreibung oder ggf. eine freihändige Vergabe durchzuführen. Beschränkte und freihändige Vergaben sind immer vergaberechtlich zu begründen. Mit dem Standardleistungsbuch LB 309 und 310, mit dem „Leitfaden für Leistungsverzeichnisse“ der Arbeitsgemeinschaft Industriebau und dem ATV-M 143 Teil 5 stehen dem Auftraggeber Hilfsmittel für eine fachgerechte Ausschreibung zur Verfügung.

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für alle Teilleistungsbereiche zusammenfassend dargestellt.

Literatur

Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V. (AGI): Kanalstandhaltungs-, -sanierungsarbeiten, Leitfaden für Leistungsverzeichnisse, Vincentz Verlag, Hannover, 1994.

ATV-M 127 Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining und Montageverfahren, Januar 2000.

ATV-A 139: Richtlinien für die Herstellung von Entwässerungskanälen und -leitungen, Oktober 1988.

ATV-A 140: Regeln für den Kanalbetrieb, Teil 1 Kanalnetz.

ATV-M 143: Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, Teile 1-3, 5, 6.

ATV-M 149: Zustandserfassung, -klassifizierung und -bewertung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, April 1999.

Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen (GSTT): Leitfaden zur Auswahl von Bauverfahren für den Bau und die Instandhaltung erdverlegter Leitungen unter umweltrelevanten und ökonomischen Gesichtspunkten, Hamburg 1996.

GSTT-Information Nr. 1: Grabenlose Verfahren der Schadensbehebung in nicht begehbaren Abwasserleitungen, Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen, 3. Auflage Juli 1998.

GSTT-Information Nr. 2: Qualitätssicherung bei der Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen, Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen, 2. Auflage Januar 2000.

GSTT-Information Nr. 7: Verfahren zur Inspektion, Dichtheitsprüfung und grabenlosen Schadensbehebung in Anschlusskanälen und Grundleitungen, Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen, 2. Auflage April 2001.

GSTT-Information Nr. 11: Kostenvergleich offener und geschlossener Bauweisen unter Berücksichtigung der direkten Kosten beim Leitungsbau und der Leitungssanierung, Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen, 1. Auflage Oktober 1999.

GSTT-Information Nr. 13: Sanierung von begehbaren Abwasserkanälen und Bauwerken der Ortsentwässerung, Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen, 1. Auflage Februar 2000.

Deutsches Institut für Bautechnik: Richtlinie für die Auswahl und Anwendung von Innenauskleidungen mit Kunststoffbauteilen für Misch- und Schmutzwasserkanäle: Anforderungen und Prüfungen, Berlin, 1982.

DIN EN 752 Teil 5: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden; Sanierung, Oktober 1995.

DIN 1986 Teil 1: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Technische Bestimmungen für den Bau, Juni 1988.

DIN 57165 / VDE 0165 / 9.80 (Anhang B): Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 27. Juli 1957, in der Fassung vom 23.09.1986, BGBl. I S. 1529.

Güteschutz Kanalbau: Leitfaden für die Eigenüberwachung, Ausgabe April 2002.

Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung – Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL) (GUV 19.8), Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand (BAGUV).

RSV-Merkblatt 1: Renovierung von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung, Rohrleitungssanierungsverband e.V., Essen, Februar 2000.

RSV-Merkblatt 2: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen durch Reliningverfahren ohne Ringraum – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung, Rohrleitungssanierungsverband e.V., Essen, Februar 2000.

RSV-Merkblatt 4: Reparatur von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen durch vor Ort härtende partielle Inliner, Rohrleitungssanierungsverband e.V., Essen, August 2001.

RSV-Merkblatt 5: Sanierung von Entwässerungsleitungen und –kanälen durch Roboterverfahren, Rohrleitungssanierungsverband e.V., Essen, Dezember 2001.

RSV-Merkblatt 6: Sanierung von begehbaren Entwässerungsleitungen und –kanälen sowie Schachtbauwerken – Montageverfahren, Rohrleitungssanierungsverband e.V., Essen, Juli 2000.

RSV-Merkblatt 7.1: Renovierung von Anschlussleitungen mit vor Ort aushärtendem Schlauchlining, Rohrleitungssanierungsverband e.V., Essen, Dezember 2001.

RSV-Merkblatt 8: Erneuerung von Entwässerungsleitungen und –kanälen durch Berstlining, Rohrleitungssanierungsverband e.V., Essen, August 2001.

Stein, D.: Sanierung von Abwasserkanälen, in Korrespondenz Abwasser 07/1999.

Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen – Betrieb (GUV 17.6).

Standardleistungsbuch für das Bauwesen – Leistungsbereich 309: Reinigung und Inspektion von Abwasserkanälen und –leitungen, Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin, 1996.

Standardleistungsbuch für das Bauwesen – Leistungsbereich 310: Sanierung von Abwasserkanälen und –leitungen, Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin, 1998.

UVV Ortsentwässerung (Kanalisationsanlagen) (GUV 7.4), Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand (BAGUV).

Information über Leistungsanbieter

Unter dem Namen „Güteschutz Kanalbau“ haben sich Fachunternehmen zu der „Gütegemeinschaft Herstellung und Instandhaltung von Abwasserleitungen und –kanälen e.V.“ zusammengeschlossen. Im Rohrleitungssanierungsverband e.V. (RSV) haben sich führende Unternehmen aus dem Bereich der Rohrleitungssanierung mit dem Ziel der Erarbeitung von Mindestanforderungen und Qualitätsstandards für die Ausführung von Sanierungsarbeiten zusammengefunden.

Im Internetportal des Güteschutz Kanalbau www.kanalbau.com wie auch des RSV www.rsv-ev.de kann über Adressdateien nach Fachfirmen recherchiert werden.

28.1 Kanalinspektion und -reinigung

28.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Optische Inspektion

Unter Kanalinspektion versteht man Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes von Kanälen und der zugehörigen Bauwerke. Die rechtliche Grundlage für die Notwendigkeit einer Inspektion ergibt sich aus der Verkehrssicherungspflicht nach BGB und der allgemeinen Sorgfaltspflicht des Betreibers gemäß Wasserhaushaltsgesetz (§§ 1a, 18b) und den jeweiligen Landeswassergesetzen (wie z.B. Eigenkontrollverordnung, Eigenkontrollüberwachung). Eine Kanalinspektion ist daher i.d.R. Voraussetzung jeder Instandsetzungs- oder Sanierungsmaßnahme. Durch sie können Abflusshindernisse, Lageabweichungen, mechanischer Verschleiß, Innenkorrosion, Risse, Grundwasserinfiltration etc. erfasst und qualitativ beurteilt werden. Stellen die Ergebnisse der optischen Inspektion keine ausreichende Grundlage zur Bewertung der vorhandenen Schäden dar, so sind zur quantitativen Beurteilung weiterführende Untersuchungen wie z.B. Dichtheitsprüfungen, Rohrwerkstoffuntersuchungen, Profil- und Lagemessungen durchzuführen.

Das Merkblatt ATV M 143 Teil 2 beschreibt die Anforderungen an die Vorbereitung, Durchführung, technische Ausstattung und Dokumentation optischer Inneninspektionen von Kanälen und zugehörigen Bauwerken. Die optische Inneninspektion kann direkt durch Begehung oder indirekt durch Befahrung mit einer TV-Kamera (Kanalfernsehen) erfolgen. Sie wird angewendet im Rahmen

- der planmäßigen Inspektion,
- der Vorbereitung von Maßnahmen zur Schadensbehebung,
- der Abnahme von Maßnahmen zur Schadensbehebung sowie
- der Abnahme vor Ablauf der Gewährleistungsfrist von Maßnahmen zur Schadensbehebung.

Bei der TV-Inspektion muss die eingesetzte Kamera der PAL-Norm (Farbfernsehen) oder der CCIR-Norm (Schwarzweissfernsehen) entsprechen. Sie muss zudem die Anforderungen an den Explosionsschutz nach DIN 57165 / VDE 0165 (10) und DIN EN 50014 – 50020 erfüllen.

Die Dokumentation der Kanalinspektion sollte gemäß der Begriffsbestimmungen nach Anhang 2 der ATV M 143 Teil 2 erfolgen und folgende Punkte umfassen:

- Untersuchungsbericht mit Zustandsplan
- Fotodokumentation
- Videodokumentation

Die Inspektionsobjekte sind vorab zu reinigen. Der Abwasserzulauf für die Inspektionslänge muss für die Dauer der Untersuchung unterbunden sein (Begutachtung der Sohle). Durch geeignete Schutzmaßnahmen ist die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu vermeiden. Die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften für das Arbeiten in abwassertechnischen Anlagen sind zu beachten.

Reinigung

Die Reinigung von Kanälen dient neben der Vorbereitung für die Kanalinspektion auch der Beseitigung von Ablagerungen im Rahmen der regelmäßigen Wartung, der Beseitigung von Verstopfungen sowie als vorbereitende Maßnahme für eine Schadensbehebung. Die gebräuchlichsten Reinigungsverfahren sind:

- Spülverfahren
- Hochdruckspülverfahren (HD-Spülverfahren)

▪ Mechanische Verfahren

Spülverfahren können nur zur Entfernung loser nicht verfestigter Ablagerungen eingesetzt werden. bei der Schwallspülung wird das Abwasser oder Reinwasser aufgestaut und plötzlich freigegeben, so dass die sich dadurch bildende Kopfwelle alle nichtverfestigten Ablagerungen aufwirbelt und abtransportiert. Bei der Stauspülung werden Geräte (Spülschilde, -wagen, -kugeln, -schrauben etc.) in den Kanal eingebracht, die eine Querschnittsreduzierung und damit einen Aufstau des Abwassers bewirken. Durch den Aufstau werden die Geräte vorwärtsbewegt und umspült, wodurch nichtverfestigte Ablagerungen gelöst und abtransportiert werden. Voraussetzung für die Reinigung mittels Stauverfahren ist das Vorhandensein eines ausreichenden Gefälles.

Bei HD-Spülverfahren wird ein Düsenkopf mit einem rund 300 m langen Schlauch durch einen Einstiegsschacht in den Kanal eingebracht. Durch das nach hinten austretende Wasser wird der Düsenkopf bis zum nächsten Schacht vorwärts bewegt und lockert die vorhandenen Ablagerungen auf. Bei Erreichen des Zielschachtes wird der Schlauch mit dem Düsenkopf langsam zum Einstiegsschacht zurückgezogen. Durch die erhöhte Fließgeschwindigkeit des Abwassers werden die zuvor gelockerten Ablagerungen gelöst und zum Einstiegsschacht transportiert. Dort werden sie über einen Saugschlauch in das Reinigungsfahrzeug befördert. In Abhängigkeit des eingesetzten Düsenkopfes können Wasservolumenströme bis zu 800 l/min bei Pumpendrücken von 80-200 bar gefördert werden.

Die mechanische Reinigung in begehbaren Kanälen wird zumeist zur Vorbereitung von Maßnahmen zur Schadensbehebung angewendet. Zur Entfernung verfestigter Ablagerungen kommen Drucklufthämmer, schonende Sprengung, Kleinmaschinen (Planierdraht, Lader) sowie Handwerkzeuge (Spitzhacken etc.) zum Einsatz.

Für die Beseitigung verfestigter Ablagerungen in nicht begehbaren Kanälen werden zunehmend Spezialgeräte und selbstfahrende ferngesteuerte Universalroboter eingesetzt. Entsprechend ihrem Arbeitsprinzip können Spezialgeräte in folgende Kategorien unterteilt werden:

- Schlagende Geräte
- Bohr- und Fräsgeräte (drehend, drehend-schlagend)
- Schneidgeräte (mechanisch, Hochdruckwasserstrahl)
- Sandstrahlgeräte

Kanalroboter sind mit einem Aufnahmekopf für unterschiedliche Anbaugeräte ausgestattet. Zum Einsatz kommen Wurzelschneider, Greifzangen, Presslufthämmer und Sägen. Die Überwachung und Steuerung der Arbeiten erfolgt über einen Bedienungsstand mit Hilfe einer am Roboter montierten TV-Kamera.

Durch mechanische Verfahren können Inkrustationen, einragende Anschlusskanäle, künstliche Hindernisse und Wurzeln entfernt werden.

28.1.2 Kostenermittlung

28.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
TV-Kanalinspektion	m	h
Videoüberprüfung	m	
Dokumentation	psch.	
Saug-/Spültechnik einsetzen	m	h
Wasserfräse / Wurzelschneider einsetzen	m	h
Bergung anfallenden Wässer und Schlämme	m³	

28.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 10 00 Optische Inspektion, Kanalreinigung, Kanalstilllegung

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
28 11 00	Optische Inspektion					
01	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung zur Optischen Inspektion einrichten, vorhalten, betreiben und räumen, inkl. der vollständigen Untersuchungseinrichtung und aller erforderlichen Hilfs- und Nebenleistungen	psch.	28,12	639,11	204,52	5
02	Optische Inspektion als Voruntersuchung gemäß ATV Merkblatt 143 Teil 1+2 (max. Fahrgeschwindigkeit 15 cm/s) sowie gemäß A 149 mittels Farbkamera. Beleuchtung, Kabel mit Längenmesseinrichtung und den dazugehörigen Winden und Umlenkrollen sowie Fach- und Hilfspersonal. Genauigkeit der Längenmesseinrichtung +/- 10 cm Rohrdurchmesser: DN 150 DN 200 DN 250 DN 1000	lfm	0,87	1,79	1,23	11
03	Videoüberprüfung von Kanälen DN 250 und 300, inkl. Inspektionsbericht nach ATV-Code	lfm	0,65	6,67	3,15	12
04	Inspektion von Anschlussleitungen ab DN 150 mittels Schiebekamera mit flexiblem Schiebestänge	lfm	2,42	12,78	4,92	6
05	Inspektion von Anschlussleitungen ab DN 100 mittels Satellitenkamera; die Kamera muss 90°-Bögen durchfahren und Seitenzuläufen einmessen können.	lfm	2,20	12,78	8,57	3

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**28 10 00 Optische Inspektion, Kanalreinigung,
 Kanalstilllegung**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
06	Optische Inspektion von Schächten, Auflistung von Daten, Kennzeichnung der Schäden und Anfertigen von Videoaufzeichnungen, Fotos und Disketten	Stck.	12,78	17,90	14,49	3
07	TV-Untersuchung des Entwässerungssystems nach ATV M 143	h	66,46	191,73	102,09	6
08	<u>Kanalfilmgerät:</u> Rohrleitungen bis DN 400 mittels Kanalfilmgerät überprüfen inkl. Aufwendung für Transport und Bedienung der Geräte; Dokumentation auf Videoband, Schadstellen und Abzweige sind fotografisch zu erfassen und einzumessen (nach ATV-Code)	h	145,00	210,00	180,77	5
	Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	h	0,01	50,00	24,19	9
09	<u>Kanalfilmgerät + Kanalroboter:</u> Rohrleitungen bis DN 400 mittels Kanalfilmgerät überprüfen und Erstellung einer Probeaufnahme innerhalb der Haltung per Kanalroboter inkl. Aufwendung für Transport und Bedienung der Geräte; Dokumentation auf Videoband, Schadstellen und Abzweige sind fotografisch zu erfassen und einzumessen (nach ATV-Code)	h	188,83	220,00	208,37	5
	Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	h	0,01	50,00	24,19	9
10	<u>Kanalfilmgerät + Kamera bzw. Spüllanze mit elektr. Sender:</u> Rohrleitungen bis DN 400 mittels Kanalfilmgerät überprüfen; Kamera bzw. Spüllanze mit elektr. Sender zur Feststellung von Abbruchstellen/verdeckten Schächten ausgestattet; Ortung mittels Pflock oder Farbe markieren inkl. Aufwendung für Transport und Bedienung der Geräte; Dokumentation nach ATV-Code	h	155,00	220,00	199,77	5
	Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	h	0,01	50,00	24,19	9
11	<u>Satelliten-Kamera:</u> Kanäle mit Durchmesser > DN 100 mittels Satelliten-Kamera überprüfen zur Erkundung stumpfer Seiteneinläufe, Hausanschlüsse; inkl. Aufwendung für Transport und Bedienung der Geräte; Dokumentation auf Videoband, Schadstellen und Abzweige sind fotografisch zu erfassen und einzumessen (nach ATV-Code)	h	168,00	247,50	203,27	5
	Zulage für den Aufsatz eines Ortungsgerätes auf der Satellitenkamera zwecks Ortung von Abbruchstellen, verdeckten Schächten, Hausanschlüssen, Altgebäudeanschlüssen	h	0,01	25,00	14,20	5
	Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	h	0,01	50,00	24,19	9
12	Nebelanlage im Zuge der Kanalerkundung anliefern, vorhalten, abtransportieren (als Hilfsmittel zur Ortung von Abbruchstellen und verdeckten Schächten)	Wo	18,00	64,00	40,50	4
13	Nebelanlage im Zuge der Kanalerkundung betreiben (der zusätzliche Einsatz einer Nebelanlage als Zulage zur Kamerabefahrung dient als Hilfsmittel zur Ortung von Abbruchstellen und verdeckten Schächten)	h	21,00	125,00	65,44	5
14	Dokumentation der Untersuchungsergebnisse (Spülung und TV-Kanaluntersuchung); Abschlussbericht nach ATV M 143	psch.	74,14	230,08	139,07	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**28 10 00 Optische Inspektion, Kanalreinigung,
 Kanalstilllegung**

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	15	Digitale Fotodokumentation: f Fotografische Aufnahme des stillzulegenden Schachtes und der aufzunehmenden Haltung vor Aufnahme bzw. nach Abschluss der Stillle- gungsarbeiten; Dokumentation auf CD-Rom; Darstellung des Baufortschritts in Lageplänen	Stck.	3,75	18,25	10,54	3
	16	Einzelbilddokumentation von gravierenden Schäden, Farbbilder (9/13 cm), inkl. Bildgrund- blätter, allen Bilddaten und Schadensbeschrei- bung	Stck.	0,67	1,79	1,16	3
	17	Dokumentation der Schadensbilder aus opti- scher Inspektion als Bilddatei auf CD-ROM	Stck.	0,67	1,79	1,16	3
28 12	00	Druckproben					
	01	Druckprobe für Rohrmuffen, bzw. Radialrisse der Kanalrohre DN 150 bis DN 250 mit einem Prüfdruck von 0,3 / 0,5 bar nach DIN EN 1610 durchführen.	Stck.	9,97	29,66	14,86	9
	02	Dichtheitsprüfung nach DIN EN 1610	Stck.	3,80	81,80	3,80	3
		Kanal Schächte, Bauwerke		3,80	3,80	x 1,0	
	03	Kanalmuffenprüf- und Instandsetzungsfahrzeug einschl. Bedienung und aller Nebenleistungen	h	81,80	81,80	x 21,0	3
				153,39	245,42	191,74	
28 13	00	Kanalreinigung, Spülung					
	01	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung zur Kanalreinigung einrichten, vorhalten, betrei- ben und räumen, inkl. der vollständigen Spül- ungseinrichtung und aller erforderlichen Hilfs- und Nebenleistungen lt. ATV M 143	psch.	38,35	690,24	193,44	6
	02	Durchführung eines Demonstrationstestes zur Prüfung der Notwendigkeit der Spülung	psch.	115,04	255,65	185,35	2
	03	Saug-/ Spültechnik lt. ATV M 143 einsetzen (Kombifahrzeuge) mit Wasserrückführung zur Reinigung der Entwässerungsleitungen, inkl. Gestellung und Einsatz der Wasserversorgung und aller Personal- und Nebenkosten	h	71,33	207,07	106,82	6
	04	Hochdruckspülverfahren zur Reinigung von Abwasserkanälen (DN 150-DN 400) (120 bar; 300 l/min; Zuläufe mittels Druckblasen abdich- ten) von stark verkrusteten Verunreinigungen als Vorbereitung zur Kamerabefahrung; Spül- wasserrückgewinnung; Umsetzen Spülfahr- zeug; Transport und Entsorgung von Spülwas- ser und Schlamm	h	89,48	228,50	187,87	8
		Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	h	0,01	68,00	32,67	9
	05	Wasserfräse einsetzen zur Beseitigung von Hindernissen	h	84,36	268,43	145,58	9
	06	Wurzelschneider einsetzen zur Beseitigung von Hindernissen	h	88,45	268,43	166,62	9
	07	Bergung und Entsorgung anfallender Wässer/ Schlämme mit wechselnden Feststoffanteilen, inkl. erforderl. Analytik und aller Nachweise	m³	25,05	109,93	70,22	3
	08	Kanalreinigung mittels Hochdruckspül- und Saugfahrzeugen für Kanalleitungen unter- schiedlicher Querschnitte, inkl. Spülwasserauf- bereitung, Setzen der Absperrblase und Ent- sorgung der anfallenden Reinigungsrückstände (vor Kanalrückbau)	lfm	1,07	62,02	16,27	16

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max mittel	Daten- anzahl
28	14	00	Verdämmung und Kanalstilllegung (inkl. Qualitätssicherung)				
		01	Kanalschächte und Altkanalhaltungen vollfugig und wasserdicht abmauern, einschl. Materiallieferung, Tiefenlage bis 12 m Durchmesser: < DN 500 DN 2000	Stck.	36,85	1.345,31 138,26	41
			Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	Stck.	0,01	110,00 34,55	6
		02	Abschottung für Stahlleitungen DN 700 vertikal und fugendicht herstellen aus Vorschweißbund und Flanschverbindung	Stck.	41,83	828,29 290,99	19
		03	Verschließen von Abwasserrohren DN 100 bis DN 350 mittels Kappen oder Deckeln	Stck.	33,40	512,30 197,82	5
		04	Spülschacht liefern, vorhalten, einbauen (Altkanal von Hand freilegen, Schachtunterteil D = 1000 mm zwischen getrennten Altkanal einbauen und dicht verbinden) und nach Vorbereitungszeit zur Verdämmung wieder ausbauen; nicht mehr wiederverwendete demontierte Spülschächte sind zu entsorgen	Stck.	792,25	1.270,00 996,19	3
		05	Spülschacht nach Stilllegungsarbeiten ausbauen, umsetzen und an anderer Stelle des Altkanals wieder einbauen	Stck.	299,98	970,00 553,97	3
		06	Ortbeton liefern und einbauen für Betonpfropfen der rückgebauten Schächte oder zum Verfüllen von Haltungen (Beton B 25 nach DIN 1045) Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	m³ m³	242,47 0,01	342,00 284,17 49,04 22,75	3 6
		07	PVC-Rohr liefern und einsetzen als Be- bzw. Entlüftungsstutzen in zu verdämmende Altkanalhaltung DN 100 bis DN 300 in bis zu 5 m Tiefe einschl. Verschließen von Hohlräumen um das PVC-Rohr herum, vertikale Befestigungsmittel (provisorisch), trichterförmiger Einlauf zum Einlassen des Verdämmers Durchmesser: DN 50 DN 150 DN 200 DN 250 inkl. Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	m m	17,92 17,92 25,09 31,66 47,93 0,01	93,97 26,64 35,91 x 1,0 47,77 x 1,3 74,27 x 1,9 93,97 x 2,4 7,94 x 1,2	12
		08	Verschlusskappen für PVC-Rohre DN 50 - 250 liefern und auf Entlüftungsstutzen bzw. Befüllungsstutzen zur Verdämmung setzen	Stck.	13,97	45,82 28,63	3

LB-AF Nr. Leistungsbereich

28 10 00 Optische Inspektion, Kanalreinigung, Kanalstilllegung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
28 10 00	09	Altkanal bis DN 500 verdämmen mit hydraulisch gebundenem fließfähigem Füllmaterial; Dämmen (W/Z-Wert 0,7; Dichte 1,54 t/m³; Druckfestigkeit min. 1 N/mm²; k _f -Wert 1x10 ⁻⁸ bis 1x10 ⁻¹⁰ m/s) liefern und betriebsfertig einbauen mittels Betonpumpe inkl. Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönl. Schutzausrüstung inkl. Zulage für Erschwernisse beim Verdämmen (z.B. Aufstellung der Betonpumpe weiter als 10 m vom Befüllstutzen entfernt inkl. Aufwendungen für Mehrauslegungen an Schläuchen etc.)	m³	202,86	245,15	228,34	3
			m³	0,01	16,80	x 1,1	
			m³	13,10	38,47	x 1,1	
	10	Dämmen liefern und einbringen (zur Verdämmung von Leitungen)	m³	53,82	128,16	87,65	7
	11	Lieferung und verdichteter Einbau von Recyclingmaterial (gebrochener Bauschutt; Körnung bis 30 mm) zur Verfüllung von stillzulegenden, rückzubauenden Schachtbauwerken bis zu 12 m Tiefe inkl. Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	t	26,10	68,77	41,16	3
			t	0,01	35,72	x 1,2	
	12	Dichtigkeitsbestimmung Dämmen: Durchlässigkeitsbeiwert des Prüfkörpers Verdämmmaterial; Dokumentation der Ergebnisse	Stck.	105,00	434,66	286,55	3
	13	Bestimmung des Wasserabsetzverhaltens des Prüfkörpers Verdämmmaterial; Dokumentation der Ergebnisse	Stck.	105,00	630,36	331,79	3
	28 15 00	Probennahme					
	01	Probenahme von Spülgut aus Schächten bzw. durch den Kanalroboter gewonnene Proben aus den Haltungen: Absammeln der Proben in Braunglas-Flaschen (Weithals; 1000 ml; mit Deckelung), Transport zum Projektbüro (ca. 5 km einfache Wegstrecke) inkl. Zulage für Probenahme im Schwarz-Bereich unter besonderer persönlicher Schutzausrüstung	Stck.	12,00	132,00	51,21	8
			Stck.	0,01	66,00	x 1,5	
28 16 00		Vermessung					
	01	Schächte, Abzweige, Krümmer, Abbrüche, Hausanschlüsse etc. nach optischer Inspektion nach Lage und Höhe für die Erstellung eines Kanalkatasters einmessen (Rechts- / Hochwerte nach Gauß-Krüger; Deckelhöhe [mNN]; Sohlhöhe [mNN]); Tachymetrische Aufnahme der erkundeten Haltungen; Protokollierung	Stck.	41,00	98,00	67,84	5
	02	Schachtberichte erstellen: Tiefenlage, Anzahl und Art von ankommenden und abgehenden Rohren; Tiefe und Zustand der Schächte; Art der Abdeckung; Fließrichtung; Durchmesser; NN-Werte Sohle, Deckel, Einläufe inkl. Zulage für Arbeiten im Schwarz-Bereich unter besonderer persönl. Schutzausrüstung	Stck.	6,50	86,00	45,36	5
			Stck.	0,01	96,00	x 1,4	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**28 10 00 Optische Inspektion, Kanalreinigung,
 Kanalstilllegung**

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	03	Vermessung von Abbruchstellen/ verdeckten Schächten; Vermessungstechnische Wiederherstellung und Auspflockung bzw. Farbmarkierung der bereits im Rahmen der Kanalerkundung eingemessenen Bruchstellen (wenn Messpunkt nicht mehr sichtbar ist)	Stck.	27,90	131,25	84,29	3
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

28.2 Kanalinstandsetzung

In diesem Teilleistungsbereich werden Verfahren beschrieben, die der Behebung örtlich begrenzter Schäden dienen. Dazu zählen Injektions-, Ausbesserungs- und Auskleidungsverfahren.

28.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Injektionsverfahren

Unter Injektion versteht man das Einpressen von Injektionsmitteln in Risse und Hohlräume zum Zwecke der Verfestigung, Abdichtung oder Wiederherstellung der statischen Tragfähigkeit. Als Vorbehandlung ist eine Hochdruckreinigung erforderlich.

Zur Instandsetzung von punktuellen Defekten in Kanälen und an Verbindungen wird ein expandierbarer Prüf- und Sanierungspacker mit einer TV-Kamera in die Kanalhaltung eingezogen und über der zu prüfenden Stelle ausgerichtet. Die Überwachung erfolgt per TV-Kamera im Einsatzfahrzeug.

Durch Injektionsverfahren können Kreisprofilrohre in Nennweiten von DN 100 bis DN 1400 repariert werden. Voraussetzung für die Anwendung des Injektionsverfahrens ist die Zugänglichkeit der Haltung über zwei Kontrollschächte. Als Injektionsmittel sind in Abhängigkeit von den chemischen und mechanischen Anforderungen Zementmörtel oder -pasten sowie Zweikomponenten-Gele (Acryl- oder PU-Gel) gebräuchlich. Größere Rissstrukturen, Scherben und Löcherbildung sind zweckmäßig durch Partielle Inliner abzudichten.

Die Umweltverträglichkeit muss gemäß Wasserhaushaltsgesetz nachgewiesen werden, da die eingebrachten Injektionsmittel bis in die Rohrbettung, d.h. bis in den Boden eindringen und in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen mit dem Grundwasser in Berührung kommen können.

Die Dichtheitsprüfung nach der Instandsetzung erfolgt gemäß DIN EN 1610 bzw. ATV M 143 (Teil 6).

Roboterverfahren

Das Roboterverfahren wird vornehmlich zur partiellen Schadensbehebung in Kanälen mit Nennweiten von DN 150 bis DN 800 bei vielen oder verschiedenartigen Defekten eingesetzt. Als Vorbehandlung ist eine Hochdruckreinigung erforderlich. Roboterverfahren, insbesondere als Frästechnik, kommen darüber hinaus auch zur Vor- und Nachbereitung von Sanierungsarbeiten zum Einsatz.

Durch Kontrollschächte wird der Roboter eingebracht. Er besteht aus einem selbstfahrenden Trägergerät, das in Abhängigkeit von Schadensart und -umfang mit Fräs-, Bohr- und Injektionsköpfen sowie einer Spachtelvorrichtung ausgestattet werden kann. Die Steuerung und Überwachung erfolgt im Kontrollwagen über ein Fernauge.

Als Spachtelmasse wird lösemittelfreies Epoxidharz und kunststoffmodifizierter Mörtel verwendet. Die Eignung der eingesetzten Stoffe ist vor dem Einbau an einem Prüfkörper nachzuweisen (Biegezugfestigkeit, Haftung, Dichte, Wasserdichtheit). Der Nachweis ist durch ein anerkanntes Prüfinstitut zu erbringen.

Kurzschlauch-Verfahren (Partielle Inliner)

Bei diesem Auskleidungsverfahren werden Kurzschläuche in Längen von 0,5-0,8 m mit Hilfe eines Packers in den Kanal eingezogen. Der Einsatzbereich erstreckt sich auf folgende Schadensbilder:

- Undichtigkeiten durch Verwurzelung oder Versatz von Rohrverbindungen,
- Radialrisse,
- begrenzte Längsrisse,
- Scherben.

Als gängige Verfahren werden Kurzschläuche aus Glasfilamentgewebe, Textilglas oder Synthesefaserfilz (Länge 0,5-0,8 m) und mit Epoxid- oder Polyurethanharzen getränkt eingebaut. Nach der endgültigen Positionierung wird der Packer mittels Druckluft aufgeblasen, dabei werden die Kurzschläuche gegen die Wandung gepresst. Die Dauer der Aushärtung kann über variable Mischungen des Harzes reguliert werden.

Beim Einsatz von Innenmanschetten aus Stahl oder PVC werden die Kurzschläuche durch Verspannen und Hinterpressung eingebaut.

Die Eignung der eingesetzten Materialien hinsichtlich Haftung, Biegefestigkeit, Wanddicke, Resistenz und Wasserdichtheit ist durch ein anerkanntes Prüfinstitut nachzuweisen.

Es können Ei- und Kreisprofilrohre aller Materialien mit Nennweiten von DN 150 bis DN 800 bis zu Längen von maximal 4 m repariert werden.

28.2.2 Kostenermittlung

28.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Injektionsverfahren		
Muffen auf Dichtheit prüfen	Stck.	
Muffen dichten	Stck.	
Längsrisse / Querrisse und Schadstellen dichten	Stck.	cm
Injektionsmittel liefern	kg	l
Roboterverfahren		
Muffen auf Dichtheit prüfen	Stck.	
Muffen dichten	Stck.	
Längsrisse / Querrisse und Schadstellen dichten	Stck.	cm
Vorhandene Anschlussleitungen einbinden	Stck.	

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Acryl-Gel, PU-Gel liefern PU-Harz, Epoxid-Harz, kunststoffmodifizierter Mörtel	l kg	
Kurzschlauchverfahren		
Partielle Inliner einbauen	Stck.	cm

Dichtheitsprüfungen nach ATV M 143 Teil 6 sowie das Erbringen von Eignungsnachweisen für die eingesetzten Materialien sind gesondert zu kalkulieren.

28.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 20 00 Kanalinstandsetzung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
28 21 00	Injektionsverfahren					
01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen, Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	#	#	#	0
02	Muffe mit kombiniertem Prüf-/Injektionspacker auf Dichtheit prüfen Verfahren:	Stck.	#	#	#	0
	mit Luft, Verfahren L DIN EN 1610		#	#	x #	
	mit Luft (Überdruck) ATV M 143 T 6		#	#	x #	
	mit Luft (Unterdruck) ATV M 143 T 6		#	#	x #	
	mit Wasser, Verfahren W DIN EN 1610		#	#	x #	
	mit Wasser, ATV M 143 T 6		#	#	x #	

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
28	03	Muffe dichten	Stck.	#	#	#	0
		Injektionsmittel:					
		auf Polyurethan-Basis	#	#	x #		
		Injektionsmittel auf Acryl-Basis	#	#	x #		
		Injektionsort:					
		innerhalb des Muffenspaltes	#	#	x #		
		unter Einbeziehung des umgebenden Erdreichs	#	#	x #		
	04	Längsriss in Rohrwandung dichten	Stck.	#	#	#	0
		Länge:					
		< 10 cm		#	#	x #	
		10 - 20 cm		#	#	x #	
		20 - 50 cm		#	#	x #	
		50 - 200 cm		#	#	x #	
		200 - 300 cm		#	#	x #	
		Injektionsmittel:					
		auf Polyurethan-Basis		#	#	x #	
		auf Acryl-Basis		#	#	x #	
	auf Epoxidharz-Basis	#	#	x #			
	05	Querriss in Rohrwandung dichten	Stck.	#	#	#	0
		Länge:					
		< 10 cm		#	#	x #	
		10 - 20 cm		#	#	x #	
		50 - 100 cm		#	#	x #	
		Injektionsmittel:					
		auf Polyurethan-Basis	#	#	x #		
		auf Epoxidharz-Basis	#	#	x #		
	06	Schadstelle in Rohrwandung dichten, mittlerer Durchmesser:	Stck.	#	#	#	0
		< 10 cm		#	#	x #	
10 - 15 cm		#		#	x #		
15 - 20 cm		#		#	x #		
Injektionsmittel:							
	auf Polyurethan-Basis	#	#	x #			
	auf Epoxidharz-Basis	#	#	x #			
07	Injektionsmittel liefern	kg	#	#	#	0	
22	00	Roboterverfahren					
	01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen, Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	#	#	#	0
	02	Muffe im Roboterverfahren dichten, einschl. ausfräsen, reinigen, planschleifen	Stck.	#	#	#	0
		Dichtung mit:					
		Injektionsmittel		#	#	x #	
		Spachtelmasse	#	#	x #		
	03	Fräsen der Muffe als Zulage,	cm	#	#	#	0
		in Rohren mit Stahleinlage		#	#	x #	
		bei Rissen mit Wurzeleinwuchs		#	#	x #	
		bei einragenden Dichtelementen		#	#	x #	
	04	Längsriss / Querriss dichten, einschl. ausfräsen, reinigen, planschleifen	Stck.	#	#	#	0
		Dichtung mit:					
		Injektionsmittel		#	#	x #	
		Spachtelmasse	#	#	x #		

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 20 00 Kanalinstandsetzung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Mindestmass der Auffräsung B/T:					
	10/10 mm		#	#	x #	
	15/15 mm		#	#	x #	
	20/20 mm		#	#	x #	
	Risslänge:					
	< 20 cm		#	#	x #	
	20 - 30 cm		#	#	x #	
	30 - 40 cm		#	#	x #	
	Mehrtiefe der Ausfräsung als Zulage, je angefangene 10 mm	mm	#	#	#	0
	Breite:					
06	< 10 mm		#	#	x #	
	10 - 15 mm		#	#	x #	
	15 - 20 mm		#	#	x #	
	Mehrbreite der Ausfräsung als Zulage, je angefangene 10 mm	mm	#	#	#	0
	Tiefe:					
07	< 10 mm		#	#	x #	
	10 - 15 mm		#	#	x #	
	15 - 20 mm		#	#	x #	
08	Fräsen der Nut als Zulage, in Rohren mit Stahleinlage bei Rissen mit Wurzeleinwuchs	cm	#	#	#	0
	Einragenden Anschluss dichten, einschl. fräsen, reinigen, planschleifen, DN 125-400	Stck.	#	#	#	0
	Material:					
09	Steinzeugrohr		#	#	x #	
	Betonrohr		#	#	x #	
	PVC-Rohr		#	#	x #	
	Gussrohr		#	#	x #	
	einragende Länge:					
	< 5 cm		#	#	x #	
	5 - 10 cm		#	#	x #	
	10 - 15 cm		#	#	x #	
	Dichtung mit:					
	Spachtelmasse ohne Schalung		#	#	x #	
	Spachtelmasse mit Schalung (gummierte Gummiblase)		#	#	x #	
	Spachtelmasse mit Schalung (Kunststoffrahmen)		#	#	x #	
	Injektionsmittel mit Schalung (korrosionsfeste Manschette)		#	#	x #	
	Zurückstehenden Anschluss dichten, einschl. fräsen, reinigen, planschleifen, DN 125-400	Stck.	#	#	#	0
	Material:					
	Steinzeugrohr		#	#	x #	
	Betonrohr		#	#	x #	
	PVC-Rohr		#	#	x #	
	Gussrohr		#	#	x #	
	zurückstehend bis:					
	< 5 cm		#	#	x #	
	5 - 10 cm		#	#	x #	
	10 - 15 cm		#	#	x #	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 20 00 Kanalstandsetzung

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	Dichtung mit:					
	Spachtelmasse ohne Schalung		#	#	x #	
	Spachtelmasse mit Schalung (gummierte Gummibläse)		#	#	x #	
	Spachtelmasse mit Schalung (Kunststoffrahmen)		#	#	x #	
	Injektionsmittel mit Schalung (korrosionsfeste Manschette)		#	#	x #	
10	Abfräsen als Zulage, in Rohren mit Stahleinlage bei Wurzeleinwuchs bei einragenden Dichtelementen	cm	# # # #	# # # #	# x # x # x #	0
11	Schadstelle in Rohrwandung dichten, einschl. fräsen, reinigen, planschleifen Mittlerer Durchmesser:	Stck.	#	#	#	0
	< 10 cm		#	#	x #	
	10 - 15 mm		#	#	x #	
	15 - 20 mm		#	#	x #	
	Dichtung mit:					
	Spachtelmasse		#	#	x #	
	Injektionsmittel		#	#	x #	
	Vollschale aus nichtrostendem Stahl		#	#	x #	
12	Injektionsmittel liefern aus	kg	#	#	#	0
	Acryl-Gel		#	#	x #	
	Polyurethan-Gel		#	#	x #	
	Polyurethan-Harz		#	#	x #	
	Zweikomponenten-Epoxidharz		#	#	x #	
13	Spachtelmasse liefern aus	kg	#	#	#	0
	lösemittelfreies Zweikomponenten-Epoxidharz		#	#	x #	
	Kunststoffmodifizierter Mörtel		#	#	x #	
28 23 00	Kurzschlauchverfahren					
01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeu- ge und festen Anlagen, Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	#	#	#	0
02	Partiellen Inliner einbauen aus vorhandenem Schacht	Stck.			894,76 *	
	Material:					
	Glasfilamentgewebe, getränkt mit Epoxidharz, (Mindestanforderung Typ 1040-0 DIN 16946-2)				x 1,0 *	
	Glasfilamentgewebe, getränkt mit Polyurethan- harz				x #	
	Synthesefaserfilz DIN 16779 mit einseitiger Folienbeschichtung, getränkt mit Epoxidharz, (Mindestanforderung Typ 1040-0 DIN 16946-2)				x #	
	Textilglas DIN 61850 mit einseitiger Folienbe- schichtung, getränkt mit Polyesterharz, (Mindestanforderung Typ 1140 DIN 16946-2)				x #	
	nichtrostender Stahl				x #	
	Durchmesser:					
	< DN 200				x 1,0 *	
	DN 200 - DN 300				x 1,1 *	
	DN 300 - DN 400				x 1,3 *	
	DN 400 - DN 600				x 1,6 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 20 00 Kanalinstandsetzung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Länge:					
	< 50 cm				x 1,0 *	
	50 - 100 cm				x 1,2 *	
	100 - 150 cm				x #	
	150 - 200 cm				x #	
	200 - 250 cm				x #	
	250 - 300 cm				x #	
	300 - 350 cm				x 1,0 *	
	350 - 400 cm				x 1,1 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

28.3 Kanalsanierung

Dieser Teilleistungsbereich beschreibt Verfahren, die der Wiederherstellung des Sollzustandes schadhafter Kanäle durch technische Maßnahmen unter Erhalt ihrer Substanz dienen. Dazu können Beschichtungs-, Relining- und Montageverfahren zur Anwendung kommen. Montageverfahren werden ausschließlich in begehbaren Kanälen eingesetzt.

Nachfolgend sind die gebräuchlichsten Sanierungsverfahren in einer Übersicht zusammengestellt.

Verfahren	Ausführungsart
Beschichtungsverfahren	Auspressverfahren
	Verdrängungsverfahren
	Aufspritzverfahren
	Anschleuderverfahren
Rohrrelining	Kurzrohrrelining
	Langrohrrelining / Rohrstrangrelining
	Wickelrohrrelining
	Close-Fit-Relining (Verformungsverfahren)
Schlauchrelining	Schlauchverfahren
	Noppenbahnverfahren
Montageverfahren	selbsttragende Voll- / Teilauskleidungen
	nicht selbsttragende Voll- / Teilauskleidungen

28.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Beschichtungsverfahren

Beschichtungsverfahren kommen überwiegend bei der Sanierung von Kanälen aus Beton und Stahlbeton zur Anwendung.

Die Sanierung erfolgt durch das Aufbringen einer geschlossenen Schicht aus mineralischem Mörtel oder kunststoffmodifiziertem Zementmörtel mittels Auspress-, Verdrängungs-, Aufspritz- oder Anschleuderverfahren. Die Innenfläche der Rohr- / Kanalwandungen ist vor der Beschichtung durch entsprechende Oberflächenbearbeitung in geeigneter Weise zur Aufnahme der Beschichtungsmaterialien vorzubereiten.

In der Regel bewirkt eine Beschichtung der Innenwandung eine Querschnittsreduzierung des Kanals.

Kurzhrohrrelining

Inliner als Kurzhrohre können bei allen Schadensarten in Kanälen mit Nennweiten von DN 100 bis DN 1000 eingesetzt werden. Es werden Kurzhrohre aus PEHD DIN 19537-2, PVC-U DIN 19534-2 und UP-GF DIN 19565-1 verwendet. Die Länge der einzelnen Inliner ist auf die Größe der Schachtbauwerke abgestimmt. Die Inliner können durch Verschraubung, Verschweißung oder mittels Steckverbindungen kraftschlüssig miteinander verbunden werden. Die maximale Gesamtlänge liegt bei max. 100 m. Das Einbringen der Inlinerstränge erfolgt durch Hydraulikpressen im Startschacht oder über Zugseile im Zielschacht. Der Ringraum zwischen Altrohr und dem Inlinerstrang wird mit Dämmen oder Porenleichtbeton verfüllt.

Langrohr- bzw. Rohrstrangrelining

Beim Langrohrrelining werden selbsttragende Rohre aus PEHD DIN 19537-2 durch Heizelement-Stumpfschweißung schrittweise zu einem Rohrstrang von maximal 600 m zusammengeschweißt und über eine Startbaugrube in den sanierungsbedürftigen Kanal eingebracht. Das Einbringen kann über Hydraulikpressen von der Startbaugrube oder über Zugtraversen vom Zielschacht aus erfolgen. Die Länge der Einziehgruben richtet sich nach der Tiefenlage des Kanals und dem zulässigen Biegeradius des Relining-Rohrstranges.

Der Rohrstrang wird in Start- und Zielgrube abgedichtet, der Ringraum zwischen Alt- und Reliningrohr verdämmt. Dabei wird das Reliningrohr zur Vermeidung des Aufschwimmens geflutet. Vorhandene Seitenanschlüsse werden über Kopflöcher freigelegt und mit Anschlussformstücken aus PEHD per Extruderschweißung angebunden. Mit diesem Verfahren können Kreisprofilrohre aller Werkstoffe mit Nennweiten von DN 100 bis DN 1200 saniert werden.

Close-Fit-Relining

Das Close-Fit-Relining wird auch als Verformungsverfahren bezeichnet. Dabei werden werkseitig in ihrem Querschnitt reduzierte oder gefaltete Rohrstränge aus thermoplastischen Kunststoffen (PEHD, modifiziertem PVC) in den defekten Kanal eingezogen. Anschließend wird durch Wärmebehandlung das eingezogene Kunststoffrohr wieder aufgeweitet. Durch den Memoryeffekt der thermoplastischen Kunststoffe erfolgt damit die Rückverformung in die gewünschte Form und Größe, so dass das Rohr eng an der Wandung des schadhafte Kanals anliegt.

Das Close-Fit-Relining kann bei allen Schadensarten in Kanälen mit Nennweiten von DN 100 bis DN 1100 und mit einer maximalen Länge von ca. 200 m eingesetzt werden. Es ist unabhängig vom Werkstoff des vorhandenen Kanals. Die Bemessung der einzubringenden Inlinerrohre erfolgt nach ATV-M 127 Teil 2.

Wickelrohrrelining

Beim Wickelrohrrelining wird der Inliner erst im Einstiegsschacht hergestellt. Aus einem Kunststoffstegprofil wird ein Rohr spiralförmig gewickelt und in den defekten Kanal "ingeschraubt". Der verbleibende Ringraum wird mit Dämmen verfüllt. Eine Weiterentwicklung stellt das Expanda-Pipe-Verfahren dar, das zur Gruppe der Close-Fit-Verfahren gehört. Dabei ist das Wickelrohr nach der Sanierung ohne Ringspalt formschlüssig mit dem Altrohr verbunden.

Die Eignung der eingesetzten Materialien hinsichtlich Biegefestigkeit, Wanddicke und Wasserdichtheit ist durch ein anerkanntes Prüfinstitut nachzuweisen.

Beim Wickelrohrrelining werden Rohre aus PP und PVC-U verwendet. Es kann in Kanälen mit Nennweiten von DN 200 bis DN 1200 und einer maximalen Länge von ca. 200 m eingesetzt werden. Es ist unabhängig vom Werkstoff des vorhandenen Kanals.

Schlauchrelining

Beim Schlauchrelining wird ein mit Reaktionsharz getränkter Trägerschlauch in das Altrohr eingebracht. Die eingesetzten Gewebeschläuche bestehen aus Synthesefaserfilz oder Textilglas, welches ein- oder beidseitig mit Folie beschichtet sein kann. Durch Luft- oder Wasserdruck wird der Schlauch an die Wandung des defekten Kanals gepresst. Bei Umgebungstemperatur, durch Wärmezufuhr oder UV-Licht härtet das Reaktionsharz aus, es entsteht ein statisch selbsttragender Inliner, der mit dem Altrohr kraftschlüssig verbunden ist.

Die Eigenschaften des ausgehärteten Rohres (Wanddicke, Biegefestigkeit, Dichte, Wasserdichtheit) sind je Herstellungsabschnitt durch Prüfzeugnisse eines anerkannten Prüfinstituts nachzuweisen.

Das Schlauchrelining kann bei allen Schadensarten in Kanälen mit Nennweiten von DN 100 bis DN 2000 eingesetzt werden. Die maximale Einbaulänge liegt bei 600 m. Es ist unabhängig vom Werkstoff und Profil des vorhandenen Kanals.

Noppenbahnverfahren

Bei diesem Verfahren wird ein gefalteter Inliner mit außenliegenden Noppen über vorhandene Schächte in den schadhafte Kanal gezogen. Durch Wasserdruck legt sich der Inliner an die Wandung des Kanals an, der durch die Noppen gebildete Ringraum wird mit Injektionsmörtel verfüllt. Durch den Einsatz von vorab eingebrachten Pre-Linern wird verhindert, dass der Injektionsmörtel durch Schädstellen im Kanal oder durch Anschlussleitungen entweicht.

Das Noppenbahnverfahren kann bei allen Schadensarten in Kanälen mit Nennweiten von DN 100 bis DN 1200 und mit einer maximalen Länge von ca. 150 m eingesetzt werden. Es ist unabhängig vom Werkstoff des vorhandenen Kanals.

Montageverfahren

Montageverfahren werden zur Sanierung begehrbarer Kanäle in beliebiger Querschnittsform eingesetzt. Dazu werden einzelne selbsttragende oder nichtselbsttragende Auskleidungselemente über vorhandene Schächte, Öffnungen oder zu erstellende Baugruben in die defekten Kanäle eingebracht und von Hand oder mittels geeigneter Maschinen und Geräte montiert.

Durch Montage können Teilauskleidungen des Sohlbereiches oder des Gasraumes sowie Vollauskleidungen mit und ohne Ringraumverfüllung hergestellt werden. Zum Einsatz kommen Platten und Schalen aus Glasfaserbeton, Steinzeug, Kunststoffen oder GFK. In der Regel ist die Innenwandung des Kanals durch Reinigung und Oberflächenbehandlung so vorzubereiten, dass eine Haftung zwischen Rohrrinnenwandung und den Auskleidungselementen bzw. der Ringraumverfüllung entstehen kann.

Die Teil- oder Vollauskleidungen dienen der Wiederherstellung oder Erhöhung des Widerstandsvermögens gegen physikalische und / oder chemische, biologische und biochemische Angriffe sowie der Verhinderung neuerlicher Inkrustationen, zur Wiederherstellung der Wasserdichtheit oder des Gefälles. In seltenen Fällen kommen Auskleidungen durch Montage auch zur Erhöhung oder Wiederherstellung der statischen Tragfähigkeit zur Anwendung.

28.3.2 Kostenermittlung

28.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Das Merkblatt ATV-M 143, Teil 5 zeigt in Tabelle 1 eine Übersicht über die vorgeschlagenen Abrechnungseinheiten für Reliningverfahren. Auszugsweise werden diese nachfolgend wiedergegeben.

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Beschichtungsverfahren		
Beschichten der Innenwandung durch Auspress-, Verdrängungs-, Aufspritz-, Anschleuderverfahren	lfm	m²
Kurzrohrrelining		
Inliner als Kurzrohr einbauen	m	Stck.
Vorhandene Anschlussleitungen und Inliner in Schächte einbinden Verdämmen des Ringraumes	Stck. m	
Langrohr- / Rohrstrangrelining		
Inliner als Langrohr einbauen	m	Stck.
Vorhandene Anschlussleitungen und Inliner in Schächte einbinden Verdämmen des Ringraumes	Stck. m	
Close-Fit-Relining		
Inliner aus vorverformten Rohren einbauen	m	Stck.
Vorhandene Anschlussleitungen und Inliner in Schächte einbinden	Stck.	
Wickelrohrrelining		
Inliner als Wickelrohr einbauen	m	Stck.
Vorhandene Anschlussleitungen und Inliner in Schächte einbinden	Stck.	
Schlauchrelining		
Inliner als Schlauch einbauen	m	Stck.
Vorhandene Anschlussleitungen und Inliner in Schächte einbinden	Stck.	
Noppenbahnverfahren		
Inliner als Doppelrohr-Noppenanker einschließlich Ringraumverfüllung einbauen	m	Stck.
Vorhandene Anschlussleitungen und Inliner in Schächte einbinden	Stck.	

Dichtheitsprüfungen nach ATV M 143 Teil 6 sowie alle Prüfungen im Rahmen des Qualitätsmanagements und das Erbringen von Eignungsnachweisen für die eingesetzten Materialien sind gesondert zu kalkulieren. Die Leistungen für die Verdämmung des Ringraumes bei Reliningverfahren mit Ringraum, sowie zusätzliche Erdarbeiten zur Erstellung von Start- und / oder Zielgruben sind in den Kostenansätzen nicht berücksichtigt.

28.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten

LB-AF Nr.	Leistungsbereich

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 30 00 Kanalsanierung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
28	32 00	Langrohrrelining					
	01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen, Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	#	#	#	0
	02	Inliner als Langrohr aus vorhandenem Bauwerk einbauen, einschl. Kalibrieren des Kanals Material: PE-HD DIN 19537-2 PVC-U DIN 19534-2 UP-GF DIN 19565-1 Außendurchmesser: 180 - 280 mm, Wanddicke 10,2 - 15,9 mm 315 - 400 mm, Wanddicke 12,2 - 22,7 mm 450 - 560 mm, Wanddicke 14,0 - 31,7 mm	m	#	#	#	0
						x 1,0 *	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
	03	Vorhandene Anschlussleitung von innen einbinden Anschlussleitung: bis DN 125 bis DN 150 bis DN 200 bis DN 400	Stck.	#	#	#	0
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
	04	Vorhandene Anschlussleitung von außen einbinden Anschlussleitung: bis DN 125 bis DN 150 bis DN 200 bis DN 400	Stck.	#	#	#	0
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
	05	Langrohr-Inliner in Anfangs- / Endschacht einbinden mit: Fixieren mittels Platte aus PE-HD Fixieren mit einer umlaufenden, mit dem Inliner verschweißten Platte aus PE-HD, einschl. Abbruch und Wiederherstellen des Gerinnes Material: PE-HD PVC-U Außendurchmesser: 180 - 315 mm 355 - 400 mm 450 - 560 mm	Stck.	#	#	#	0
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	
	06	Durchlaufenden Langrohr-Inliner an Zwischenschacht einbinden, einschl. Verfüllung zwischen Inliner und vorhandenem Gerinne Außendurchmesser: 180 - 315 mm 355 - 400 mm 450 - 560 mm	Stck.	#	#	#	0
				#	#	x #	
				#	#	x #	
				#	#	x #	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 30 00 Kanalsanierung

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl		
28	33	00	Wickelrohrrelining							
		01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen, Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	#	#	#	0		
			02	Inliner als Wickelrohr aus vorhandenem, Schacht einbauen, einschl. Ringraumverfüllung Material: PVC-U PP Durchmesser: bis DN 200 bis DN 300 bis DN 400 bis DN 600 bis DN 800 bis DN 1000	m			97,15 *		
			03	Vorhandene Anschlussleitung von innen einbinden Anschlussleitung: bis DN 125 bis DN 150 bis DN 200 bis DN 400	Stck.	#	#	#	0	
			04	Vorhandene Anschlussleitung von außen einbinden Anschlussleitung: bis DN 125 bis DN 150 bis DN 200 bis DN 400	Stck.	#	#	#	0	
			05	Inliner aus Wickelrohr in Anfangs- / Endschacht einbinden Material: PVC-U PP Durchmesser: bis DN 200 bis DN 300 bis DN 400 bis DN 600 bis DN 800 bis DN 1000	Stck.	#	#	#	0	
		28	34	00	Close-Fit-Relining					
				01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen, Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 30 00 Kanalsanierung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
02	Inliner aus vorverformten Rohren aus vorhandenem Schacht einbauen, einschl. Kalibrieren des Kanals Material: PE-HD DIN 19537-2 PVC-U DIN19534-2 Außendurchmesser: 150 - 240 mm 250 - 300 mm 340 - 400 mm	m	# # # # # # #	# # # # # # #	# x # x # x # x # x # x #	0
03	Vorhandene Anschlussleitung von innen einbinden Anschlussleitung: bis DN 125 bis DN 150 bis DN 200 bis DN 400	Stck.	# # # # # # #	# # # # # # #	# x # x # x # x # x # x #	0
04	Vorhandene Anschlussleitung von außen einbinden Anschlussleitung: bis DN 125 bis DN 150 bis DN 200 bis DN 400	Stck.	# # # # # # #	# # # # # # #	# x # x # x # x # x # x #	0
05	Inliner aus vorverformten Rohren in Anfangs-/Endschacht einbinden mit: Fixieren mittels Platte aus PE-HD Fixieren mit einer umlaufenden, mit dem Inliner verschweißten Platte aus PE-HD, einschl. Abbruch und Wiederherstellen des Gerinnes Material: PE-HD PVC-U Außendurchmesser: 150 - 270 mm 300 - 400 mm	Stck.	# # # # # # # # # # # # # # # #	# # # # # # # # # # # # # # # #	x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x #	0
06	Durchlaufenden Inliner aus vorverformten Rohren in Zwischenschacht einbinden, Verfüllung zwischen Inliner und vorhandenem Gerinne Material: PE-HD PVC-U Außendurchmesser: 150 bis 270 mm 300 bis 400 mm	Stck.	# # # # # # # # # # # # # # # #	# # # # # # # # # # # # # # # #	x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x # x #	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 30 00 Kanalsanierung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
28	35	00					
		Schlauchrelining					
	01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen, Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	#	#	#	0
	02	Inliner als Schlauch einbauen Material: Synthesefaserfilz DIN 16779 mit beidseitiger Folienbeschichtung, getränkt mit ungesättigtem Polyesterharz, (Mindestanforderung Typ 1140 DIN 16946-2) Synthesefaserfilz DIN 16779 mit einseitiger Folienbeschichtung, getränkt mit Epoxidharz, (Mindestanforderung Typ 1040-0 DIN 16946-2) Textilglas DIN 61850 mit beidseitiger Folienbeschichtung, getränkt mit ungesättigtem Polyesterharz, (Mindestanforderung Typ 1140 DIN 16946-2) Durchmesser: bis DN 200 bis DN 300 bis DN 400 bis DN 500 bis DN 600 bis DN 800 Aushärtung: unter Umgebungstemperatur Heißwasser Wasserdampf UV-Strahlen	m			112,48 *	x 1,0 * x # x # x 1,0 * x 1,7 * x 2,2 * x 2,7 * x 3,3 * x # x # x # x # x 1,0 *
	03	Vorhandene Anschlussleitung von innen einbinden Anschlussleitung: bis DN 125 bis DN 150 bis DN 200 bis DN 400	Stck.	#	#	#	0
	04	Vorhandene Anschlussleitung von außen einbinden Anschlussleitung: bis DN 125 bis DN 150 bis DN 200 bis DN 400	Stck.	#	#	#	0
	05	Schlauch-Inliner in Anfangs- / Endschacht einbinden, hinterwanderungsfrei mit Fugendichtmasse / quellfähigem Gummi anschließen	Stck.	#	#	#	0
	06	Schlauch-Inliner in Zwischenschacht einbinden, Verfüllung zwischen Inliner und vorhandenem Gerinne Material: Inliner aus Synthesefaserfilz, beidseitig beschichtet Inliner aus Textilglas, beidseitig beschichtet Inliner aus Synthesefaserfilz, einseitig beschichtet	Stck.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
28 30 00 Kanalsanierung

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
28	36	00	Noppenbahn-Relining					
		01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen, Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	#	#	#	0
		02	Inliner als Noppenbahn aus vorhandenem Schacht einbauen, einschl. Ringraumverfüllung	m	#	#	#	0
			Material: PE-HD-Dichtungsbahnen DIN 16776-1		#	#	x #	
			Durchmesser:					
			bis DN 200		#	#	x #	
			bis DN 400		#	#	x #	
			bis DN 600		#	#	x #	
			bis DN 800		#	#	x #	
			bis DN 1000		#	#	x #	
		bis DN 1200		#	#	x #		
		03	Vorhandene Anschlussleitung von innen einbinden	Stck.	#	#	#	0
			Anschlussleitung:					
			bis DN 125		#	#	x #	
			bis DN 150		#	#	x #	
			bis DN 200		#	#	x #	
		04	Vorhandene Anschlussleitung von außen einbinden	Stck.	#	#	#	0
			Anschlussleitung:					
			bis DN 125		#	#	x #	
			bis DN 150		#	#	x #	
			bis DN 200		#	#	x #	
		05	Vorhandene Anschlussleitung von außen einbinden		#	#	x #	
			bis DN 400		#	#	x #	
			Inliner aus Noppenbahn in Anfangs-/ Endschacht oder Zwischenschacht einbinden, mittels Verschweißen mit vlieskaschierter Dichtungsbahn	m	#	#	#	0
			Durchmesser:					
			bis DN 200		#	#	x #	
			bis DN 400		#	#	x #	
			bis DN 600		#	#	x #	
bis DN 800			#	#	x #			
06	bis DN 1000		#	#	x #			
	bis DN 1200		#	#	x #			
	Inliner aus Doppelrohr-Noppenanker in Zwischenschacht einbinden, Verfüllung zwischen Inliner und vorhandenem Gerinne	m	#	#	#	0		
	Durchmesser:							
	bis DN 200		#	#	x #			
	bis DN 400		#	#	x #			
	bis DN 600		#	#	x #			
	bis DN 800		#	#	x #			
bis DN 1000		#	#	x #				
bis DN 1200		#	#	x #				

LB-AF Nr. Leistungsbereich

28 30 00 Kanalsanierung

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
28 37 00	Sonstige Maßnahmen zur Sanierung bzw. Vorbereitungsmaßnahmen					
01	Abwasserhaltung für die gesamte Untersuchungs- / Sanierungszeit, Haltungslänge bis 40 m, Kanäle sind wasserfrei zu halten. Das Abpumpen von Wasser muss in geschlossenen Rohr- bzw. Schlauchleitungen erfolgen Rohrdurchmesser:	m	0,38	4,60	1,15	9
	DN 150		0,38	2,56	x 1,0	
	DN 200		0,38	3,58	x 1,1	
	DN 250		0,38	4,60	x 1,3	
	Bei Trockenwetter zu erreichende Leistung:					
	2 l/s		0,38	2,56	x 1,0	
	4 l/s		0,38	3,58	x 1,1	
	5 l/s		0,38	4,60	x 1,3	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

30 Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

30.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich umfasst alle Leistungen gemäß der Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) „Erdarbeiten“ DIN 18300 für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden und Fels. Diese DIN gilt auch für das Lösen von Boden und Fels im Grundwasser und im Uferbereich unter Wasser, wenn diese Arbeiten im Zusammenhang mit dem Lösen von Boden und Fels über Wasser an Land ausgeführt werden.

Für folgende Bereiche gilt die DIN 18300 nicht:

- DIN 18301 „Bohrarbeiten“,
- DIN 18308 „Dränarbeiten“,
- DIN 18311 „Nassbaggerarbeiten“,
- DIN 18312 „Untertagebauarbeiten“,
- DIN 18319 „Rohrvortriebsarbeiten“,
- DIN 18320 „Landschaftsbauarbeiten“.

Die DIN 18300 umfasst auch Arbeiten zur erdbautechnischen Verwertung, erdbautechnische Arbeiten mit Recyclingbaustoffen, industriellen Nebenprodukten sowie sonstigen Stoffen.

Altlastenspezifisch sind der Aushub und das Transportieren von ausgekoffertem kontaminiertem Material auf der Baustelle mit Hilfe konventioneller Erdbaumaschinen (grabend, schürfend) sowie dessen Einlagerung in ein Zwischenlager vor Ort. Dies beinhaltet auch Separierungsleistungen von belastetem und unbelastetem Boden bzw. Bauschutt mit Hilfe bodenfördernder Baugerätschaften, soweit es sich dabei nicht um eine weitergehende Bodenbehandlung im Sinne von Klassierung und / oder Brechen handelt (dazu s. LB 80-00-00 Baustoffaufbereitung).

Neben den Anwendungsbereichen der (ATV) DIN 18300 umfasst dieser Leistungsbereich auch den Bodenaustausch mittels überschnittener Großbohrungen zur Sanierung von Bodenkontaminationen. Bohrarbeiten für Großbohrungen sind nach (ATV) DIN 18301 auszuführen.

Wird Boden im Rahmen von Baumaßnahmen bewegt oder ausgehoben, so kann der Bodenaushub in vielen Fällen nicht bzw. nicht in vollem Umfang auf der Baustelle wiedereingebaut werden und muss daher entsorgt, d.h. verwertet oder beseitigt werden. In der Praxis geht der anfallende Bodenaushub aufgrund entsprechender Ausschreibungstexte bei der Auftragsvergabe häufig in das Eigentum des Bauunternehmens über.

Die rechtlichen Anforderungen, die bei Erdarbeiten im Rahmen des Flächenrecyclings bzw. der Altlastensanierung zu berücksichtigen sind, ergeben sich u. a. aus dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sowie dessen Ausführungsverordnung (BBodSchV):

- BBodSchV

§ 5 (6): *Soll abgeschobenes, ausgehobenes oder behandeltes Material im Rahmen der Sanierung im Bereich derselben schädlichen Bodenveränderung oder Altlast oder innerhalb des Gebietes eines für verbindlich erklärten Sanierungsplans wieder auf- oder eingebracht oder umgelagert werden, sind die Anforderungen nach § 4 Abs. 3 des Bundes-Bodenschutzgesetzes zu erfüllen.*

- BBodSchG

§ 4 (3): *Der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast sowie dessen Gesamtrechtsnachfolger, der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück sind verpflichtet, den Boden und Altlasten sowie durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursachte Verunreinigungen von Gewässern so zu sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen.*

§ 14 (5): *Soweit entnommenes Bodenmaterial im Bereich der von der Altlastensanierung betroffenen Fläche wieder eingebracht werden soll, gilt § 27 Abs. 1 Satz 1 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes nicht, wenn durch einen für verbindlich erklärten Sanierungsplan oder eine Anordnung zur Durchsetzung der Pflichten nach § 4 sichergestellt wird, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.*

Darüber hinaus sind im Hinblick auf die Entsorgung des bei Sanierungsmaßnahmen anfallenden Aushubmaterials die entsprechenden Vorgaben des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) zu berücksichtigen.

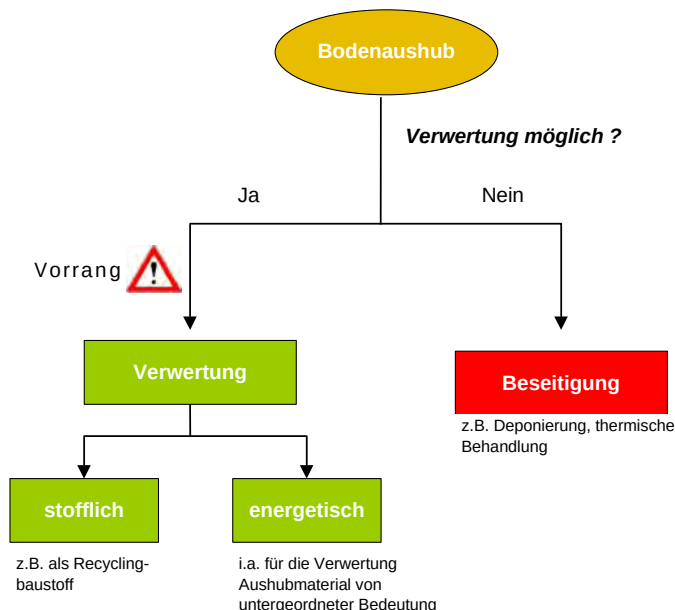
- KrW-/AbfG:

§ 4 (1): *Vorrang der Abfallvermeidung vor Verwertung vor Beseitigung*

§ 5 (2): *Abfälle zur Verwertung sind getrennt zu halten und zu lagern*

§ 11 (2): *Abfälle zur Beseitigung sind getrennt zu halten und zu lagern*

§ 27 (1) *Abfälle dürfen zum Zwecke der Beseitigung nur in den dafür zugelassenen Anlagen oder Einrichtungen (Abfallbeseitigungsanlagen behandelt, gelagert oder abgelagert werden)*



Um die o.g. rechtlichen Anforderungen bei der Durchführung von Erdarbeiten im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen zu erfüllen, muss ein Bodenmanagement eingerichtet werden, welches gewährleistet, dass unbelastetes und damit verwertbares Aushubmaterial und kontaminiertes Aushubmaterial, das nicht bzw. nur einer geringwertigen Verwertung zugeführt werden kann, voneinander separiert werden. Die Notwendigkeit einer Separierung ergibt sich dabei in der Regel auch aus wirtschaftlichen Aspekten, da unbelastetes Bodenmaterial im allgemeinen zu erheblich günstigeren Konditionen entsorgt werden kann.

Bei der praktischen Umsetzung des Separierungsgebotes ist der dafür erforderliche Platzbedarf zu berücksichtigen. Dieser stellt in der Praxis häufig ein Problem dar, da Lager- und Bereitstellungsflächen auf Baustellen meist nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stehen.

Um bei der Durchführung von Erdarbeiten auf Altlastenflächen einen reibungslosen Baubetrieb zu gewährleisten, sollten die mit Schadstoffen verunreinigten Aushubbereiche bereits vor Baubeginn räumlich abgegrenzt werden. Anschließend sind die ausgewiesenen Kontaminationsbereiche mittels geeigneter Maßnahmen in der Weise dauerhaft zu markieren, dass sie auch während des Baubetriebes für die Geräteführer deutlich sichtbar sind (z. B. Auspflockung von Kontaminationsbereichen und Kennzeichnung mittels Flatterband). Auf diese Weise können Vermischungen von belastetem und unbelastetem Aushubmaterial, welche i.d.R. nicht bzw. nur mit sehr hohem Aufwand wieder rückgängig gemacht werden können, vermieden werden.

Das Bodenmanagement im Rahmen einer Aushubmaßnahme umfasst insbesondere folgende Arbeitsschritte:

- Vorprüfung im Rahmen der Planung der Baumaßnahme (anhand von Altlastverdachtsflächenkataster, Bodenbelastungskarten, etc.),
- Prüfung des Bodens vor Ort (organoleptische Ansprache des Aushubmaterials),
- chemisch-physikalische Analytik des Aushubmaterials,
- Bereitstellung von Flächen zur Zwischenlagerung des Aushubmaterials,
- Klärung des Entsorgungsweges,
- Qualitätskontrolle, Gütesicherung,
- Dokumentation.

30.2 Kostenermittlung

30.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Boden ausheben, abtragen, fördern, einbauen	m ³	m ²
Planum herstellen	m ²	
Boden oder andere Verfüllmaterialien liefern und einbauen	m ³	t
Bodenaustausch durch überschchnittene Großbohrungen	m ³	
Verdichten	m ²	m ³
Beseitigen von Hindernissen (Steine, Fundamentreste etc.)	m ³	Stck.

Ergänzend zur ATV DIN 18299 "Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art", Abschnitt 5, gilt:

Allgemeines

- Bei der Mengenermittlung sind die üblichen Näherungsverfahren zulässig., wobei grundsätzlich nach den mathematisch genauen Formeln zu rechnen ist. Näherungsformeln sind immer dann anzuwenden, wenn Erdkörper abzurechnen sind, die nicht oder nur sehr aufwendig mathematisch genau erfassbar sind.

- Ist nach Gewicht abzurechnen, so ist es durch Wiegen, bei Schiffsladungen durch Schiffseiche festzustellen.
- Als Länge des Förderweges gilt die kürzeste zumutbare Entfernung zwischen den Schwerpunkten der Auftrags- und Abtragskörper. Ist das Fördern innerhalb der Baustelle längs der Bauachse möglich, wird die Entfernung zwischen diesen Schwerpunkten unter Berücksichtigung der Neigungsverhältnisse in der Bauachse gemessen.

Baugruben und Gräben

- Die Aushubtiefe wird von der Oberfläche der auszuhebenden Baugrube oder des auszuhebenden Grabens bis zur Sohle der Baugrube oder des Grabens gerechnet, bei einer zu belassenden Schutzschicht bis zu deren Oberfläche.
- Die Maße der Baugrubensohle ergeben sich aus den Außenmaßen des Baukörpers zuzüglich den Mindestbreiten betretbarer Arbeitsräume nach DIN 4124 und zuzüglich der erforderlichen Maße für Schalungs- und Verbaukonstruktionen.
- Für die Breite der Grabensohle gilt die Mindestbreite
 - von Gräben für Abwasserleitungen und -kanälen nach DIN EN 1610
 - von sonstigen Gräben nach DIN 4124zuzüglich der erforderlichen Maße für Schalungs- und Verbaukonstruktionen.
- Für abgeböschte Baugruben und Gräben gelten für die Ermittlung des Böschungsraumes die Böschungswinkel
 - 40° für Bodenklasse 3 und 4,
 - 60° für Bodenklasse 5,
 - 80° für Bodenklasse 6 und 7,wenn kein Standsicherheitsnachweis erforderlich ist.
- Ist ein Standsicherheitsnachweis zu führen, wird der Böschungsraum nach den danach ausgeführten Böschungswinkeln ermittelt. In Böschungen erforderliche Bermen werden bei der Ermittlung des Böschungsraumes berücksichtigt.

Hinterfüllen und Überschütten

- Bei der Ermittlung des Raummaßes für Hinterfüllungen und Überschüttungen werden abgezogen
 - das Raummaß der Baukörper,
 - das Raummaß jeder Leitung mit einem äußeren Querschnitt von mehr als 0,1 m².

Abtrag und Aushub

- Die Mengen sind an der Entnahmestelle im Abtrag zu ermitteln.

Einbau

- Die Mengen sind im fertigen Zustand im Auftrag zu ermitteln. Dabei werden abgezogen
 - das Raummaß von Baukörpern,
 - das Raummaß jeder Leitung, von Sickerkörpern, Steinpackungen und dergleichen mit einem äußeren Querschnitt von mehr als 0,1 m².
- Bei Abrechnung der Leitungszone nach Längenmaß wird die Leitungsachse zugrunde gelegt.

Verdichten

- Verdichten von Boden in Gründungssohlen ist nach der Fläche der Gründungssohle zu ermitteln.
- Verdichten von eingebautem Boden ist nach den o.a. Einbaukriterien zu ermitteln.

Die Ansätze des Kostenmoduls für Aushub- und Erdarbeiten orientieren sich primär am Aushubvolumen und der Aushubtiefe.

Zusätzlich erfolgt eine Zuordnung anhand der Bodenklasseneinteilung gemäß DIN 18 300. Die Basiskosten beziehen sich auf Vorhalte- und Betriebskosten der Gerätschaften, normiert an der Aushubleistung von Hydraulikbaggern (Grabgefäßinhalt bis 0,85m³) für leicht lösbare Bodenarten (Bodenklasse 3 - DIN 18 300). Spezielle Aushubleistungen wie Handaushub oder die Bergung unterirdischer Tanks etc. werden hier nicht berücksichtigt. Für Aushubtiefen > 2,5 m unter Gelände sind Zuschläge für erhöhte Aufwendungen bei der Baugrubensicherung durch Spundungen o.ä. bzw. Abböschungsarbeiten einzubeziehen. Die Leistungsminderung von Baumaschinen beim Lösen mittelschwer- und schwerlösbarer Bodenarten (BK 4 und 5) sowie leicht lösbaren Felses (BK 6) wird durch Zuschläge zwischen 16 und 120% berücksichtigt (Plümecke, 1992).

Wenn das Bedienungspersonal beim Einsatz dieser Geräte kontaminierten Stäuben und Gasen exponiert ist, werden einige für die Aushubarbeiten relevanten Arbeitsschutzmaßnahmen ebenfalls unter dieser Position erfasst. Dazu zählen die messtechnische Überwachung der Arbeitsplätze (bzgl. Sauerstoffmangel, explosionsfähiger Atmosphäre, gesundheitsgefährlicher Schadstoffkonzentrationen), die evtl. erforderliche Ausstattung der Fahrerkabinen von Erdbaumaschinen mit Filteranlagen und persönliche Schutzmaßnahmen für die im Schwarzbereich Beschäftigten (Schutzbekleidung, Atemschutzgeräte, Augenschutz, Gehörschutz, arbeitsmedizinische Überwachung etc.).

Der Umfang der persönlichen Schutzmaßnahmen richtet sich nach der standortspezifisch bedeutsamen Arbeitsschutzkategorie, deren Einteilung sich am Gefährdungspotential der jeweils vorliegenden Schadstoffe orientiert (vgl. hierzu LB 22-0-00 "Arbeits- und Emissionsschutz"). Hierfür werden Zuschläge vergeben, in die auch die Erhöhung der Aufwandswerte unter Arbeitsschutz arbeitender Personen, bezogen auf die Tragezeitbegrenzungen von Atemschutzgeräten und isolierenden Schutzanzügen ohne Wärmeaustausch für Arbeit (TRgA 415, 1986) eingeht.

LEISTUNGSBEREICH 30-00-00	AUSHUB- UND ERDARBEITEN	
BASISKOSTEN*		
Aushubvolumen VK [m³]	Kostenansatz K[€/m³]	
0 - 1.000	8,20	
1.001 - 10.000	5,10	
> 10.000	3,10	
* einschließlich Oberbodenarbeiten		
AUSHUBTIEFE		
Aushubtiefe t [m unter GOK]	Variable ft	
0-1	1,4	
1-3	1,0	
3-5	1,4	
5-8	1,5	
> 8	2,0	

LEISTUNGSBEREICH 30-00-00		AUSHUB- UND ERDARBEITEN
B O D E N A R T		
Bodenklasse (DIN 18 300)	Bodengruppen (DIN 18 196)	Variable fBK
BK 2	OU, OT, OH, OK, SU, ST, GU, GT (lc < 0,5)	2,2
BK 3	GE - SI, GU, GT, SU, ST, GU, GT	1,0
BK 4	UL, UM, TL, TM, SU, S'T, GU, G'T, TA	1,3
BK 5	UL, UM, TL, TM, SÜ, S'T, GÜ, G'T, TA; 30 Gew.-% Steine >63mm bis 0,01m³ Rauminhalt	1,4
BK 6	UL, UM, TL, TM, SÜ, S'T, GÜ, G'T, TA; 30 Gew.-% Steine >63 mm 0,01 bis 0,1 m³ Rauminhalt	1,7
BK 7	Fels	3,5
A R B E I T S S C H U T Z (P E R S O N A L / M A S C H I N E N)		
Arbeitsschutzkategorie		Variable fA
I		1,00
II		1,35
III		3,00
IV		k.A.
Sonderzuschlag		SZ [€/m³]
Dioxin, Furan in auffälligen Konzentrationen		205,00
sonstige		0
Kosten LB 30-00-00 = VK[m³] x K[€/m³] x ft x fBK x fA + SZ[€/m³] = _____ €		

30.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 74-00-00	Immobilisierung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

30 00 00 Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
30	01	00	Baustelleneinrichtung für Bodenaushub, Wiederverfüllung und Begleitarbeiten					
		01	Baustelleneinrichtung für Bodenaushub, Wiederverfüllung und Begleitarbeiten herstellen und räumen	psch	4.200,00	65.621,65	17.123,04	16
		02	Vorhalten der Baustelleneinrichtung	Wo	134,41	2.492,58	1.123,91	9
30	02	00	Oberbodenarbeiten					
		01	Oberboden (DIN 18 300) abtragen, im Baustellenbereich in Mieten aufsetzen Abtragstiefe:	m²	0,28	10,23	0,72	63
			bis 30 cm		0,28	3,20	x 1,0	
			bis 50 cm		0,28	10,23	x 7,0	
		02	Oberboden (DIN 18 300) abtragen bis 30 cm einschließlich:	m³	0,39	26,51	1,73	78
			im Baustellenbereich in Mieten aufsetzen		0,39	10,48	x 1,0	
			im Zwischenlager aufsetzen		1,95	7,34	x 2,3	
			abfahren		2,62	26,51	x 4,6	
		03	Oberboden (DIN 18 300) liefern und auftragen Auftragsdicke:	m³	5,01	110,90	25,10	30
			ca. 30 cm		10,20	110,90	x 1,0	
			ca. 50 cm		5,01	18,18	x 0,4	
		04	Oberboden (DIN 18 300) bauseits gelagert auftragen; Auftragsdicke:	m³	0,82	19,10	4,98	25
			ca. 10 cm				x 1,0 *	
			ca. 20 cm		1,72	5,80	x 0,7	
			ca. 30 cm		0,82	6,82	x 0,5	
			ca. 40 cm		#	#	x #	
			ca. 50 cm		#	#	x #	
		05	Verdichteten Oberboden auflockern; Auflockerungstiefe:	m²			2,45 *	1
			bis 10 cm		0,10	0,10	x 0,04	
			bis 30 cm				x 1,0 *	
			bis 50 cm				x 1,5 *	
30	03	00	Bodenaushub maschinell					
		01	Boden lösen und laden (Bodenklasse 3-5, Aushubtiefe bis 10 m) einschl. Bauschutt bis Größe von 0,3 m³	t	0,50	4,00	1,35	9

30	00	00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

- 318 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

30 00 00 Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	06	Betonhindernisse im Boden abbrechen ohne Bewehrung mit Bewehrung	m³	24,67 24,67 68,45	270,98 224,97 270,98	115,86 x 1,0 x 1,6	16
	07	Mauerwerkshindernisse im Boden abbrechen	m³	31,70	168,73	71,32	6
	08	Findlinge oder gleichwertige Hindernisse über d = 0,50 m oder mind. 0,15 cbm Rauminhalt lösen, seitlich lagern	Stck.	178,95	178,95	178,95	1
30	04	00 Bodenumlagerung					
	01	Rückbau einer Deponie (Bauschutt, Boden Bkl. 3-5) einschl. Transport zum Zwischenlager und Verwiegung	t	0,31	274,49	15,39	19
	02	Abtragen von bestehender Deponieüberde- ckung, bis 1 m unter GOK, Bkl. 3-5, seitlich lagern, auf Mieten bis max. 3,0 m Höhe	m³	1,83	4,77	3,19	6
	03	Auffüllung abtragen, laden, transportieren und auf Baufeld in Mieten einbauen	m³	0,26	7,64	2,16	39
	04	Auffüllungen und Böden (Bkl. 3-6) von Miete aufnehmen, transportieren und in geordneter Miete aufsetzen Transportweg: 0 - 250 m 0 - 500 m	m³	1,28 1,28 1,72	33,49 33,49 33,49	3,57 3,57 x 2,7	18
	05	Kontaminierten Teichschlamm mit glatter Schaufel abziehen und zum weiteren Entwäs- sern in Haufen absetzen	t	2,30	15,46	6,35	8
30	05	00 Aushub für Gräben, Schächte, Einzelbauteile					
	01	Leitungsgräben ausheben und wiederverfüllen; Aushubtiefe t: bis 3 m bis 5 m Bodenklasse: Bkl. 2 Bkl. 3-5 Bodenklasse 6 Zuschlag: Aushub kontaminierter Boden	m³	2,10 2,10 15,00 2,32 2,10 2,10 9,10	92,70 92,70 31,01 37,80 92,70 92,70 42,20	15,14 x 1,0 x 1,4 x 1,2 x 1,0 x 1,7 * x 1,6	86
	02	Strassenquerung für Leitungen, inkl. liefern und verlegen PVC-Rohr DN 90	m	10,20	100,21	34,60	11
	03	Lösen, Aufnehmen von Boden Bkl. 3-5, trans- portieren, abladen und als Grabenbegrenzung profilieren (H = 0,5 m, B = 0,5 m)	m	1,76	3,36	2,68	6
	04	Baugrube für Mastfundamente ausheben	Stck.	54,71	457,02	199,02	11

LB-AF Nr. Leistungsbereich

30 00 00 Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	05	Baugrube für Schachtbauwerke ausheben und verfüllen Baugrubenbedingungen: unbelasteter Boden, maschineller Aushub kontaminierter Boden, beengte Verhältnisse (maschineller Aushub + Handschachtung), incl. wasserdichter Verbau, incl. Zwischenlagerung	m³	5,97	292,70	27,19	32
30	06	00 Bodenaustausch					
	01	Erstellung aller notwendigen Vermessungs- und Absteckarbeiten für überschnittene Großbohrungen	psch.	2.564,64	25.590,16	9.559,05	6
	02	Überschnittene Großbohrung in kontaminiertem Boden, mit Verrohrung; einschl. Umsetzen des Bohrgerätes, Verfüllen der Bohrungen mit unbelastetem Material Bohrdurchmesser: DN 1000 DN 1200 DN 2000 Tiefe: bis 5 m bis 10 m	m³	29,65	174,35	76,35	28
	03	Austausch von nicht tragfähigen Bodenarten mit tragfähigem Boden, einschl. Verdichten, Abtransport und Entsorgung Einbaustärke je Lage: ca. 50 cm ca. 100 cm Aushubtiefe: ca. 150 cm ca. 350 cm	m³	14,00	80,00	33,38	8
30	07	00 Bodenverladung, Zwischentransporte					
	01	Auffüllung in Container bis 7 m³ laden, ins Zwischenlager transportieren und lagern	m³	0,50	28,12	4,42	20
	02	Kontaminiertes Material Bkl. 3-4 vom Haufwerk aufnehmen und verladen auf LKW in bereitzustellende Container einschl. Transport	m³	3,04	30,20	3,63	10
	03	Boden (Bkl. 3-4) aufnehmen und ins Zwischenlager transportieren	m³	1,02	11,10	3,46	25
	04	Unbelastetes Aushubmaterial laden	m³	2,56	20,22	9,43	6
	05	Boden laden; off-site für Wiedereinbau zwischenlagern	m³			9,20 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

30 00 00 Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	06	Trockenaushub und Aufgabe in Fässer Fassvolumen:	m³	44,43	171,28	81,08	12
		150 l		47,04	171,28	x 1,0	
		220 l		44,43	142,93	x 0,9	
	07	Nassaushub und Aufgabe in Fässer Fassvolumen:	m³	49,98	181,00	85,78	12
		150 l		53,31	181,00	x 1,0	
		220 l		49,98	150,83	x 0,9	
	08	Fasshandhabung in der Materialschleuse Fassvolumen:	t	12,15	50,16	26,11	12
		150 l		12,15	50,16	x 1,0	
		220 l		12,15	41,80	x 0,9	
	09	Gebindetransport auf BE - Fläche Fassvolumen:	t	3,37	21,70	8,27	10
		150 l		3,93	21,70	x 1,0	
		220 l		3,37	18,71	x 0,9	
	10	Laden gefüllte Gebinde auf LKW Fassvolumen:	t	1,85	12,76	5,33	12
		150 l		1,85	10,44	x 1,0	
		220 l		1,85	12,76	x 1,0	
30	08	00	Herstellung des Planums				
	01	Geländefläche (gerodet) planieren	m²	0,10	1,90	0,62	12
	02	(Grob-)Planum herstellen	m²	0,10	2,30	0,57	116
	03	(Fein-)Planum herstellen; +/- 2cm	m²	0,19	1,40	0,53	16
	04	Sohle des Aushubbereiches mit geeignetem Gerät verdichten	m²	0,03	1,64	0,42	18
	05	Frostschuttschicht (0/56) herstellen, Feinpla- num +/- 2cm; t = 0,5 m	m³	0,61	39,88	13,41	81
	06	Ausgleichsschicht Körnung 0/8 mm liefern, einbauen und verdichten	m²			16,57 *	
	07	Kohlen und Kohlenstaub von Haufwerken gleichmäßig auf der beräumten Fläche vertei- len, Kohlen zerkleinern	m³	5,10	5,10	5,10	1
	08	Kohlenstaub auf der beräumten Fläche durch oberflächliches Einarbeiten mittels geeigneter Gerätetechnik verteilen sowie Begradigen des gesamten Geländes	m²	0,50	0,50	0,50	1
30	09	00	Schürfgruben, Schürfschlitze, Suchgräben				
	01	Boden für Schürfgrube / Suchschlitz ausheben zur Erkundung von Fundamenten, Leitungen etc. ; seitlich lagern, verfüllen, verdichten Tiefe:	m³	3,27	178,95	31,40	93
		bis 1 m		12,37	29,67	x 0,6	
		bis 2 m		3,27	174,86	x 1,0	
		bis 3 m		7,67	178,95	x 1,4	
		Zuschlag:					
		Aushub von Hand		#	#	x #	
	02	Boden / Suchschlitze / Schürfe von Hand aus- heben (Bodenklasse 2-5) und wieder verfüllen	m³	34,96	715,92	100,97	68

LB-AF Nr. Leistungsbereich

30 00 00 Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	03	Schürfgruben herstellen, Bkl. 2-5 Tiefe:	Stck.	78,23	639,11	180,74	19
		bis 3 m		78,23	460,05	x 1,0	
		bis 5 m		138,05	639,11	x 1,5	
30	10	00	Freilegen und Sichern von Leitungen und Bauteilen				
	01	Leitungsortung mittels Kabelsuchgerät	psch.	256,00	256,00	256,00	2
	02	Leitungsortung mittels Kabelsuchgerät, einschl. Ortsbegehungen	lfm	1,00	200,99	56,06	5
	03	Leitungen und Kabel ausbauen und räumen	m	1,20	40,49	6,57	16
	04	Freilegen und Sichern von im Betrieb befindlichen Leitungen und Bauteilen	Stck.	17,69	1.066,03	275,38	44
		Leitungskreuzungen		17,69	737,98	x 0,5	
		Revisionsschacht Abwasser		142,14	403,29	x 0,9	
		Telekommunikationsleitungen		127,82	740,94	x 1,6	
		Wasserleitung (Guss, NW 80)		201,05	1.066,03	x 2,0	
		Gasleitung (Stahl, NW 150)		201,05	1.066,03	x 2,3	
	05	Freilegen von im Betrieb befindlichen Ver- und Entsorgungsleitungen, Boden lösen und verladen	m	5,62	96,84	31,17	67
		Telekommunikationsleitungen		17,77	48,42	x 1,0	
		Stromversorgungskabel		7,38	63,91	x 1,0	
		Abwasserkanal bis DN 200		14,32	96,84	x 1,2	
		Wasserleitung (11/2" PE-Rohre)		19,82	63,91	x 1,2	
		Gasleitung (2" Stahlleitung)		19,82	63,91	x 1,3	
	06	Sichern und Unterschachten von im Betrieb befindlichen Ver- und Entsorgungsleitungen, Boden lösen und verladen	m	5,69	526,63	33,53	73
		Stromversorgungskabel		5,69	118,52	x 1,0	
		Telekommunikationsleitungen		5,69	118,52	x 1,2	
		Gasleitung (2" Stahlleitung)		5,69	118,52	x 1,3	
		Abwasserkanal bis DN 200		5,69	118,52	x 1,4	
		Wasserleitung (11/2" PE-Rohre)		5,69	118,52	x 1,4	
	07	Freilegen von unterirdischen Tankbehältern, Boden lösen und seitlich lagern / verladen, Tanks herausheben und verladen	m³	1,61	36,81	6,24	16
	08	Freilegen der Querverankerung zwischen Spund- und Flügelwand, Boden lösen und seitlich lagern	m³	10,23	71,58	34,01	11
	09	Freilegen von Fundamenten, Boden lösen und seitlich lagern	m³			31,70 *	
	10	Mechanische Reinigung von Hauswänden und zu erhaltenden Fundamenten in Handarbeit ausführen	m²	13,95	136,75	62,54	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

30 00 00 Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
30	11	00	Liefern und Einbauen von Stoffen					
		01	Nichtbindigen unbelasteten Boden (Bkl 3-4) liefern, lagenweise einbauen, verdichten; Verdichtungsprüfung mit Rammkernsondierung oder Plattendruckversuch (DPr 95-98%) Zuschlag: Ausführung in Zelteinhausung	m³	0,80	39,56	9,07	89
		02	Bindigen unbelasteten Boden liefern, lagenweise einbauen und verdichten	m³	1,79	18,52	7,64	22
		03	Kies-Sand 0/45 liefern und im Bereich von Leitungen als Auflager einbauen	m³	16,01	31,45	21,49	11
		04	Kies-Sand, $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s, liefern und einbauen	m³	3,68	29,88	16,49	25
		05	Kies 0/32 (gewaschen) liefern und verdichtet einbauen (u.a. in Bohrungen / Fräsgräben)	m³	18,75	29,25	22,44	16
		06	Sand 0/7 (gewaschen) liefern und einbauen	m³			18,41 *	
		07	Schotter-Splitt-Brechsand-Gemisch 0/56, 0/45 liefern und einbauen	m³	9,46	16,39	12,01	7
		08	Grobschotter oder Steine (56/150) liefern und lagenweise einbauen	m³	4,85	10,64	6,55	5
		09	RCL-Material liefern und lagenweise verdichtet einbauen	m³	2,10	15,90	8,53	13
		10	Verdichtungsfähiges, kornabgestuftes und zertifiziertes Verfüllmaterial liefern < LAGA Z 0	m³	9,19	26,40	14,68	10
		11	Anschütten eines Bauwerkes mit zu lieferndem Kies-Sand-Gemisch 0/8, verdichten Dpr mind. 97 %	m³	18,41	36,51	27,46	2
		12	Anschütten eines Bauwerkes mit seitlich gelagertem Boden, Dpr mind. 97 %	m³			7,52 *	
		13	Aufnehmen von zwischengelagertem Material, Transport, lagenweiser Wiedereinbau (bis 0,3 m unter GOK), Verdichtung, Herstellung eines Planums, Dpr mind. 95%	m³	1,64	11,00	5,64	8
30	12	00	Abdeckung von Aushubbereichen					
		01	Abdeckung von Böschungsflächen mit Kunststoffplanen zur Erhaltung des erdfeuchten Zustands. Liefern, Bereitstellen und Entsorgung	m²	0,26	2,73	1,86	10
		02	Arbeitstägliches Abplanen sämtlicher kontaminierter Bereiche der Baugrube und Wiederaufdeckung; inkl. Liefern und Entsorgung der Abdeckung Material: PE-Folie Geotextiles Flies	m²	0,27	6,69	2,42	30
		03	Schutzfolie PE-HD, d > 0,1 mm liefern und einbauen als Lagerfläche für Aushub und zur Abdeckung der Baugruben	m²	2,10	6,53	3,71	8

LB-AF Nr. Leistungsbereich

30 00 00 Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro		Daten- anzahl
						max	mittel	
30	13	00	Einbau von Grabesperren					
		01	Liefern der erforderlichen Materialien	m³	17,54	28,17	24,90	19
			Kies 8/32		22,76	28,00	x 1,0	
			Schotter 11/32		20,23	28,17	x 1,0	
			Kalkstein-Schotter		19,22	24,13	x 0,8	
			20-55 mm, 22-45 mm, 40 mm					
			Grauwacke 22-45 mm		20,04	20,04	x 0,8	
			Lava-Gestein 20-80 mm		17,54	25,34	x 0,9	
		02	Einbauen von der erforderlichen Materialien incl. Verdichten als Grabesperre	m³	3,15	63,97	19,05	35
		03	Liefern und Verlegen von Filterflies / Geogitter	m²	0,81	9,53	1,52	40
			Filterflies PP		0,81	2,02	x 1,0	
			Filterflies PP mit Gewebeeinlage		1,34	3,17	x 1,6	
			Geogitter Zugfestigkeit 10kN/m		1,98	7,70	x 2,1	
			Geogitter Zugfestigkeit 10kN/m, farbig mit Signalwirkung		2,45	8,23	x 2,8	
			Geogitter Zugfestigkeit 20kN/m		1,51	8,99	x 2,3	
			Geogitter Zugfestigkeit 20kN/m, farbig mit Signalwirkung		3,07	9,53	x 3,3	
30	14	00	Sonstige Leistungen					
		01	Vor-Ort-Abtrennung von belastetem Material	m³	1,00	28,90	8,20	18
		02	Trennflies aufnehmen und entsorgen	m²	0,08	4,06	0,95	19
		03	Geotextil liefern und verlegen, Überlappung 30 cm Funktion:	m²	0,33	6,93	1,46	60
			Tragflies (PP, 300 g/m²)		1,00	6,93	x 1,8	
			Filter-/Trennschicht (Geotextilrobustheitsklasse 3)		0,33	3,77	x 1,0	
		04	Bodenplatten perforieren zur Verhinderung von Stauwasserbildung mit Hydraulikbagger und Meissel	m²	0,51	0,51	0,51	1
		05	Holzbohlen inkl. Tragkonstruktion vorhalten und zur Begehung auf den Baugrubensohlen verlegen, mehrmals umlegen, Breite ca. 30 cm, Länge ca. 3 m	Stck.	6,14	178,95	35,25	19
		06	Aushub- und Verfüllplan erstellen	psch.	380,00	2.916,75	1.382,60	9
		07	Vermessen der Baugruben (wöchentlich)	Wo	13,72	1.270,50	346,45	19
		08	Stillstand der Aushubarbeiten, der nicht zu Lasten des AN geht	h	37,39	249,58	124,18	19
# keine Kostendaten vorhanden								
* Daten aus LB 1997 / 1998								

30.3 Literatur

VOB Teil C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). DIN 18300 Erdarbeiten.

VOB Teil C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). DIN 18301 Bohrarbeiten.

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV vom 17.09.1999), Bundesgesetzblatt Nr. 36 vom 16.07.1999, S.1554.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG vom 01.03.1999), Bundesgesetzblatt I 1998.

Quecke, W., Lange, W.: Bodenmanagement und chemische Beschaffenheit von Bodenmassen bei der Sanierung von Bergbaustandorten, TerraTec 01/2001, S. 45-48.

Simon, S.: Wohin mit Bodenaushub auf Altstandorten? TerraTech 03/2001, S. 23-27.

LfU BW: Bodenaushub ist mehr als Abfall. - Arbeitshilfe und Beispiele für die nutzbringende technische Verwertung - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Reihe Bodenschutz, Band 3, Karlsruhe, 1999.

KrW-/AbfG: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfG). Bundesgesetzblatt I 1994, S. 2705.

30.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter sind nach Vorlage einschlägiger Referenzen auszuwählen.

31 Wiedereinbau

31.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Unter Wiedereinbau werden Leistungen zusammengefasst, die im Zusammenhang mit der Verfüllung der Aushubstelle mit gereinigtem oder unbelastetem Boden im Anschluss an eine aushubbegleitete Bodenbehandlungsmaßnahme stehen. Die folgenden Erläuterungen zu den rechtlichen Anforderungen an den Wiedereinbau von Boden gelten gleichermaßen für den Leistungsbereich 32-00-00 „Renaturierung, Landschaftsbau“.

Die Anforderungen an den Wiedereinbau von Boden werden im Bundes-Bodenschutzgesetz (§ 6 BBodSchG, 1998) und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (§ 12 BBodSchV, 1999) formuliert. Darüber hinausgehend gelten die Technischen Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen" (LAGA, 1997) und die DIN 19731 "Verwertung von Bodenmaterial" (1998). Die Technischen Regeln der LAGA in der vorliegenden Fassung von 1997 stehen mit dem Bodenschutzrecht nicht mehr in Einklang. An einer Neuregelung der Technischen Regeln wird gearbeitet. Für den Zeitraum bis zum Vorliegen einer entsprechenden Regelung sind Entscheidungen im Vollzug auf der Grundlage der aktuellen Rechtslage (u. a. Vorsorgeanforderungen nach BBodSchV) zu treffen. Das Abgrenzungspapier Bodenschutz/Altlasten, der allgemeine Teil der LAGA M 20 sowie das Konsenspapier „Verfüllung von Abgrabungen“ sind Unterlagen, die bei Vollzugsentscheidungen hinzuzuziehen sind.

Die BBodSchV beschreibt die Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden wie folgt:

(1) Zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht dürfen in und auf Böden nur Bodenmaterial sowie Baggergut nach DIN 19731 (Ausgabe 5/98) und Gemische von Bodenmaterial mit solchen Abfällen, die die stofflichen Qualitätsanforderungen der nach § 8 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes erlassenen Verordnungen sowie der Klärschlammverordnung erfüllen, auf- und eingebracht werden.

(2) Das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht oder zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht im Rahmen von Rekultivierungsvorhaben einschließlich Wiedernutzbarmachung ist zulässig, wenn

- *insbesondere nach Art, Menge, Schadstoffgehalten und physikalischen Eigenschaften der Materialien*
- *sowie nach den Schadstoffgehalten der Böden am Ort des Auf- oder Einbringens*

die das Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen gemäß § 7 Satz 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes und § 9 dieser Verordnung nicht hervorgerufen wird und mindestens eine der in § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 3 Buchstabe b und c des Bundes-Bodenschutzgesetzes genannten Bodenfunktionen nachhaltig gesichert oder wiederhergestellt wird.

(3) Die nach § 7 des Bundes-Bodenschutzgesetzes Pflichten haben vor dem Auf- und Einbringen die notwendigen Untersuchungen der Materialien nach den Vorgaben in Anhang 1 durchzuführen oder zu veranlassen. Die nach § 10 Abs. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes zuständige Behörde kann weitere Untersuchungen hinsichtlich der Standort- und Bodeneigenschaften anordnen, wenn das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung zu besorgen ist; hierbei sind die Anforderungen nach DIN 19731 (Ausgabe 5/98) zu beachten.

Die Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV der Länder-Arbeitsgemeinschaft Boden (LABO 2002) in Zusammenarbeit mit der Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und dem Länderausschuss Bergbau (LAB) gibt fachliche Hinweise zur Anwendung der gesetzlichen Vorgaben und erläutert die Schnittstellen zu anderen Rechtsbereichen. Basierend auf dieser Vollzugshilfe hat das Landesumweltamt NRW ein Merkblatt zu den fachlichen Anforderungen des Bodenschutzes beim Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in Böden in Nordrhein-Westfalen veröffentlicht (LUA, 2004).

Für die Zwischenlagerung und Umlagerung von Boden bei der Errichtung oder dem Umbau von baulichen und betrieblichen Anlagen finden die in § 12 BBodSchV beschriebenen Anforderungen an das Ein- oder Aufbringen von Boden keine Anwendung, sofern das Material am Herkunftsort wieder eingebaut wird (§ 12 Abs. 2 Satz 2).

Eine Ausnahmeregelung gilt auch für die Umlagerung von Materialien innerhalb von Altlasten / schädlichen Bodenverunreinigungen. Hier bestimmt § 13 Abs. 5 BBodSchG:

Soweit entnommenes Bodenmaterial im Bereich der von der Altlastensanierung betroffenen Flächen wieder eingebracht werden soll, gilt § 27 Abs. 1 Satz 1 KrW-/AbfG (Beseitigung nur den in dafür zugelassenen Anlagen, Anm. d. Hrg.) nicht, wenn durch einen für verbindlich erklärten Sanierungsplan oder eine Anordnung zur Durchsetzung der Pflichten nach § 4 sichergestellt wird, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

Die BBodSchV regelt den Wiedereinbau von Boden innerhalb von Altlasten in § 5 Abs. 6 wie folgt:

Soll abgeschobenes, ausgehobenes oder behandeltes Material im Rahmen der Sanierung im Bereich derselben schädlichen Bodenveränderung oder Altlast oder innerhalb des Gebietes eines für verbindlich erklärten Sanierungsplans wieder auf- oder eingebracht oder umgelagert werden, sind die Anforderungen nach § 4 Abs. 3 des Bundes-Bodenschutz-Gesetzes (Pflichten zur Gefahrenabwehr, Anm. d. Hrg.) zu erfüllen.

In § 12 Abs. 11 BBodSchV wird klargestellt, dass für das innerhalb der Gebiete nach § 5 Abs. 6 abgeschobene, ausgehobene oder behandelte Material bei dessen Auf- oder Einbringung innerhalb desselben Gebietes der § 12 insgesamt nicht gilt. Dagegen gelten für Material, welches nicht aus dem Bereich derselben schädlichen Bodenveränderung oder Altlast oder eines für verbindlich erklärten Sanierungsplans stammt, in vollem Umfang die Regelungen des § 12 BBodSchV.

In § 12 Abs. 9 BBodSchV werden die Anforderungen an die technische Ausführung von Wiedereinbaumaßnahmen unter Hinweis auf die DIN 19731 formuliert. Die DIN 19731 beschreibt zudem weitere Anforderungen an den Ausbau und die Zwischenlagerung von Bodenaushub (separate Lagerung unterschiedlicher Verwertungsklassen, Vermeidung von Verdichtung, Vernässung, Gefügeveränderungen).

Der Regelungsumfang des § 12 BBodSchV (materielle Anforderungen) wird in der folgenden Tabelle aufgezeigt.

Material	§ 12 Abs.1 BBodSchV			§ 12 Abs.2 Satz 1 BBodSchV
	Bodenmaterial, § 2 Nr. 1 BBodSchV Für die landwirtschaftliche Folgenutzung sind in § 12 Abs. 6 BBodSchV geregelt, ansonsten fachliche Qualitätsanforderungen nach anderen Vorschriften, vgl. letzte Spalte.	Baggergut nach DIN 19731 (Ausz.5/98)	Gemische von Bodenmaterial mit Abfällen Qualitätsanforderungen: Verordnungen nach § 8 des KrW/AbfG u. AbfKlärV	Sonstige Materialien Qualitätsanforderungen nach anderen Vorschriften, insb. Anforderungen nach abfallrechtlichen Vorschriften (z.B. künftige Technische Regeln der LAGA).
Beschränkung auf bestimmte Vorhaben	Zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht			Auf- und Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht im Rahmen von Rekultivierungsvorhaben einschl. Wiedernutzbarmachung und zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht im Rahmen von Rekultivierungsvorhaben
Zielvorgaben	Die Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen gem. § 7 Abs. 2 BBodSchG und § 9 BBodSchV darf am Ort des Vorhabens nicht hervorgerufen werden. Eine der Bodenfunktionen nach § 2 Abs.2 Nr. 1 und 3 b) und c) BBodSchG wird durch das Vorhaben nachhaltig gesichert und wiederhergestellt.			
Untersuchungen vor dem Auf- und Einbringen	Untersuchungen vor dem Auf- und Einbringen der Materialien nach Art, Menge, Schadstoffgehalten und physikalischen Eigenschaften nach Anhang 1 der BBodSchV (gem. § 12 Abs. 3 Satz 1 BBodSchV).			
Einbringen Gem. § 12 Abs. 3 BBodSchV	Weitere Untersuchungen der Böden nach den Schadstoffgehalten am Ort des Auf- und Einbringens können angeordnet werden, § 12 Abs. 3 BBodSchV. Hier: Die Beurteilung der Böden bezieht sich auf die Schadstoffgehalte nach Vollzug der Maßnahme. Untersuchungspflichtige: Grundstückseigentümer, Inhaber der tatsächlichen Gewalt (z.B. Pächter und diejenigen, die Verrichtungen auf dem Grundstück durchführen oder durchführen lassen z.B. Bauunternehmer), § 7 Satz1 BBodSchG.			

Ergänzende Regelungen:			
Landwirtschaftliche und gärtnerische Nutzung	Nachhaltige Sicherung oder Wiederherstellung der Ertragsfähigkeit. Die Ertragsfähigkeit darf nicht dauerhaft verringert werden (§12 Abs.5 BBodSchV). Die Nährstoffzufuhr ist nach Menge und Verfügbarkeit dem Pflanzenbedarf der Folgevegetation anzupassen; DIN 18919 Ausgabe 09/90 (§ 12 Abs.7 BBodSchV).		
Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht mit landwirtschaftlicher Folgenutzung	Die Schadstoffgehalte in der entstandenen durchwurzelbaren Bodenschicht sollen 70 Prozent der Vorsorgewerte nach Anhang 2 Nr. 4 der BBodSchV nicht überschreiten (§12 Abs. 4 BBodSchV)		
Bautechnische Anforderungen	Es soll nach Art, Menge und Schadstoffgehalt geeignetes Bodenmaterial gem. § 2 Nr. 1 BBodSchV (keine Gemische mit Abfällen!) aufgebracht werden (§ 12 Abs. 6 BBodSchV). Es sollen Verdichtungen und Vernässungen und sonstige nachteilige Bodenveränderungen vermieden werden; die DIN 19731 ist zu beachten (§ 12 Abs. 9 BBodSchV).		
Böden, die die natürlichen Bodenfunktionen nach § 2 Nr. 1 und 2 BBodSchG besonders erfüllen	Vom Auf- und Einbringen von Materialien sollen diese Böden ausgeschlossen werden (§12 Abs. 8 BBodSchV). Dies gilt insb. für Böden im Wald, in Wasserschutzgebieten und Gebieten, die nach dem BNatSchG rechtsverbindlich unter Schutz gestellt wurden (vgl. Aufzählung in § 12 Abs. 8 Satz 2 BBodSchV) - nicht in Landschaftsschutzgebieten (Ausnahmeregelung, s. unten).		
In Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten	Die Gebiete können von der Behörde festgelegt werden. Bei der Verlagerung von Bodenmaterial dürfen keine zusätzlichen Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr.1 und 3 Buchst. b) und c) BBodSchG entstehen (§ 12 Abs. 10 BBodSchV) - Ausnahmeregelung s. unten.		
Bei Sanierungsmaßnahmen	Bodenmaterial, das bei Sanierungen anfällt, darf auch im Bereich derselben schädlichen Bodenveränderung oder Altlast oder innerhalb eines Gebiets, für das ein verbindlicher Sanierungsplan besteht nur aufgebracht werden, wenn dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen entstehen (§12 Abs. 11, § 5 Abs. 6 BBodSchV i.V.m. § 4 Abs.3 BBodSchG).		
Ausnahmeregelungen	Zulässigkeit der Zwischen- und Umlagerung bei der Errichtung, dem Umbau baulicher und betrieblicher Anlagen (§ 12 Abs. 2 Satz 2 BBodSchG).	Aufgrund forst- und naturschutzfachlicher Belange oder zum Schutz des Grundwassers können Abweichungen von der Regelung des § 12 Abs. 8 BBodSchG (Verbot des Auf- und Einbringens von Materialien auf Böden im Wald, in Wasserschutzgebieten, oder naturschutzrechtlich besonderen Gebieten) zugelassen werden.	Abweichungen von § 12 Abs. 3 und 4 BBodSchV können in Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten zugelassen werden (§ 12 Abs 10 BBodSchV). Bei Erosionen oder zur Rückführung von Bodenmaterial aus der Reinigung landwirtschaftlicher Ernteprodukte besteht keine Untersuchungspflicht nach § 12 Abs.3 BBodSchV beim Auf- und Einbringen von Bodenmaterial auf landwirtschaftliche Nutzflächen (§ 12 Abs. 12 BBodSchV).

Für den Wiedereinbau von Boden im Zuge von Verfüllungen außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht gelten die Technischen Regeln der LAGA (1997) und die DIN 19731 (1998).

Die LAGA M 20 unterscheidet zwischen dem eingeschränkten offenen Einbau (Einbauklasse 1, Zuordnungswerte Z 1.1 und Z 1.2) und dem eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (Einbauklasse 2, Zuordnungswerte Z 2). Einen Sonderfall stellt die uneingeschränkte Verwertung von geeignetem Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen dar (Einbauklasse 0).

Die Einbauklassen werden durch Zuordnungswerte im Eluat und im Feststoff definiert. Die jeweils anzuwendenden Eluat- und Feststoffgehalte, die Anforderungen an die Standortverhältnisse am Einbauort sowie die technischen Sicherungsmaßnahmen für die Einbauklasse 2 werden aus den Vorsorgeanforderungen des Grundwasserschutzes, des Bodenschutzes und der Abfallwirtschaft abgeleitet.

Die Einbauklasse 0 gilt für die Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen (Verfüllung von Abgrabungen und Abfallverwertung im Landschaftsbau außerhalb von Bauwerken).

Der Einbauklasse 1 werden mineralische Abfälle zugeordnet, die in technischen Bauwerken in wasserdurchlässiger Bauweise eingebaut werden können. Das bedeutet, der Abfall wird so eingebaut, dass er von Wasser durchsickert werden kann. Innerhalb der Einbauklasse 1 erfolgte eine Unterscheidung in den Einbau unter hydrogeologische ungünstigen Bedingungen (Einbauklasse 1.1) und in den Einbau unter hydrogeologisch günstigen Bedingungen (Einbauklasse 1.2).

Innerhalb der Einbauklasse 2 stellen die Zuordnungswerte Z 2 die Obergrenze für den Einbau mineralischer Abfälle mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Der Abfall wird unter einer wasserundurchlässigen Deckschicht so eingebaut, dass er von Wasser nicht oder nur geringfügig durchsickert werden kann. Die Wasserdurchlässigkeit kann ggf. durch die Verwendung von Bindemitteln (z. B. Zement, Bitumen) vermindert werden.

Detaillierte Angaben zu den Verwertungsmöglichkeiten mineralischer Abfälle sind der LAGA M 20 „Allgemeiner Teil“ zu entnehmen.

Die Zuordnungswerte der Technischen Regeln der LAGA sind Orientierungswerte. Abweichungen können zugelassen werden. Darüber hinausgehend sind standortspezifische Regelungen wie z. B. Anforderungen für Wasserschutzzonen gesondert zu berücksichtigen.

Die Leistungen zur Rekultivierung (z. B. Auf- oder Einbringen von Humus, Rasenansaat, Anpflanzungen) werden im Leistungsbereich 32-00-00 „Renaturierung, Landschaftsbau“ detailliert beschrieben. Das Aufbringen von Rekultivierungsschichten im Rahmen von Oberflächenabdichtungen und -abdeckungen wird in den Leistungsbereichen 70-00-00 und 71-00-00 aufgeführt. Planumsarbeiten sowie der Einbau von Geotextilien und Grabesperren werden im Leistungsbereich 30-00-00 „Erdarbeiten, Bodenaushub, Separierung“ erfasst.

31.2 Kostenermittlung

31.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Die Kosten für die Verfüllung einer Aushubstelle werden im wesentlichen durch die Einflussgrößen „zu verfüllendes Volumen“ und „Verfülltiefe (Aushubtiefe) und Verdichtung“ bestimmt. Sofern die Möglichkeit des Einbaus von behandeltem Material besteht, entfallen die Kosten für die Beschaffung von neuem Bodenmaterial.

Da die Bodenmatrix im Anschluss an eine thermischen Behandlung oder eine Immobilisierungsmaßnahme erfahrungsgemäß ohne biologisches Leben und frei von biologisch verfügbarer organischer Substanz (Huminsäuren etc.) ist, muss für diese Sanierungsvarianten regelmäßig mit einem zusätzlichen Kostenaufwand für Ameliorationsmaßnahmen, die mit dem Wiedereinbau einhergehen, gerechnet werden.

Leistungsbeschreibungen und Kostenangaben zu Maßnahmen der Rekultivierung werden im Leistungsbereich 32-00-00 „Renaturierung, Landschaftsbau“ erfasst.

Als Einbauvolumen wird das entsprechende Aushubvolumen angesetzt; die Einbaufläche entspricht dem kontaminierten Flächenanteil.

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Bodenmaterial liefern, einbauen, verdichten	m ³	t
Kontaminierten Boden, seitlich gelagert, wieder einbauen	t	m ³
RCL, Schotter etc. einbauen	m ³	t
Verdichten der eingebauten Materials	t	m ²
Verfüllung unterirdischer Hohlräume	m ³	t

LEISTUNGSBEREICH 31-00-00		WIEDEREINBAU	
BASISKOSTEN VERFÜLLUNG			
Leistung		Kostenansatz Kv [€/m³]	
Verfüllung der Aushubstelle		4,70	
VOLUMEN			
Einbauvolumen V [m³]		Variable fV	
0 - 1.000		1,7	
1.001 - 10.000		1,0	
> 10.000		0,6	
VERFÜLLTIEFE			
Verfülltiefe t [m unter GOK]		Variable ft	
0 – 1,0		0,6	
1,0 – 3,0		1,1	
3,0 – 5,0		1,7	
MATERIAL			
Art des zu verfüllenden Materials		Variable fM	
Standort-Material, unbelastet / dekontaminiert		1,0	
Fremdangeliefertes Material, unbelastet		2,0	
AMELIORATION			
Rekultivierung nach Wiedereinbau von dekontaminiertem / immobilisiertem Material			
Sanierungsmaßnahme		Kostenansatz KA [€/m²]	
thermische Behandlung (off-site) Immobilisierung (on-site)		15,00	
sonstige		0	
Kosten LB 31-00-00 =			
V[m³] x KV[€/m³] x fV x ft x fM + Einbaufläche A[m²] x KA[€/m²]			
= _____ €			

31.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen

LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Bodenaushub, Separierung
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 74-00-00	Immobilisierung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

31 00 00 Wiedereinbau

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
31 01 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
31 02 00	Wiedereinbau von Oberboden					
01	Oberboden liefern und einbauen; Einhaltung der Prüfwerte für Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach Anh. 2 BBodSchV Auftragsdicke: ca. 0,15 m ca. 0,30 m	m³	4,09	110,90	34,62	22
02	Oberboden bauseits zwischengelagert aufnehmen, zur Einbaustelle transportieren, profilgerecht einbauen (und verdichten) Auftragsdicke: ca. 0,1 m ca. 0,2 m ca. 0,3 m ca. 0,4 m ca. 0,8 m	m³	0,82	9,46	3,24	46
03	Oberboden gemäß DIN 18915 liefern und einbauen incl. Rasenansaat	m³	1,35	58,60	13,92	73
31 03 00	Wiedereinbau von Boden (-aushub)					
01	Boden einbauen; unbelastet bzw. dekontaminiert / seitlich gelagert; verdichten Einbauvolumen in m³: < 100 100 - 1.000 1.000 - 10.000 > 10.000	m³	0,08	30,83	4,68	280

LB-AF Nr. Leistungsbereich

31 00 00 Wiedereinbau

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Einbautiefe:					
	bis 1,0 m		0,08	15,76	x 0,6	
	1,0 bis 3,0 m		0,24	30,83	x 1,1	
	3,0 bis 5,0 m		3,02	25,61	x 1,7	
	größer 5,0 m		#	#	x #	
	Bodenklasse:					
	bindige Böden (mittelfest - weich)		0,27	18,52	x 1,3	
	3		0,08	30,83	x 1,0	
	4		0,08	30,83	x 1,0	
	5		1,34	4,09	x 1,0	
	6		2,11	4,09	x 1,3	
02	Unbelasteten Boden (Bkl. 3-5) liefern und lagenweise verdichtet einbauen (Dpr=95-98%), Verdichtungskontrolle mit Rammsondierung / Plattendruckversuch Einbaugrenzwerte:	m³	2,00	39,56	11,88	37
	< LAGA Z 1.1		2,00	39,56	x 1,0	
	< LAGA Z 0		3,00	39,88	x 1,3	
03	Bodenmaterial (Auffüllung etc.) aufnehmen und zum Einbaubereich transportieren. Material lagenweise einbauen und verdichten. Einbaustärke 0,20 m (verdichtet), Einbauwerte: Ev2-Wert > 45 MN/m²; Ev2/Ev1 < 3; DPr > 97 % Zulagen:	m²	0,29	8,20	2,50	40
	Einbau in Böschung (1:3)		1,74	5,20	x 1,1	
	Übergangsbereich Böschung / Basis		1,61	15,06	x 3,2	
	Mehraufwand für Vor-Kopf-Einbau der ersten Lage auf Trennflies		0,55	25,61	x 2,6	
04	Natürlichen Lehm Boden liefern und einbauen	t	8,69	8,69	8,69	2
05	Grabenverfüllung mit seitlich gelagertem Aushubmaterial, inkl. Auflegen der Grasnarbe und des Oberbodens	m³	12,50	21,00	17,79	5
06	Kontaminierten Aushub in Sicherungsbauwerk einbauen und lagenweise alle 0,25 m verdichten auf DPr 95 %	t	0,21	4,14	0,93	20
07	Bindigen Boden liefern und auf aufgemieteten Bodenmassen als Witterungsschutz einbauen (d = 0,20 m)	m³	4,67	63,00	18,63	19
08	Verdichten von wiedereingebauten Boden, Einsatz von Schafffußwalze > 12 t, Glattmantelwalze und Handgeräte lagenweise:	t	0,04	0,74	0,29	38
	0,25 m		0,08	0,74	x 1,0	
	0,50 m		0,04	0,59	x 0,9	
09	Aufmietung überschüssigen Bodenmaterials	m³	0,64	6,39	1,97	19

LB-AF Nr. Leistungsbereich

31 00 00 Wiedereinbau

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
31 04 00	Wiedereinbau von sonstigen Materialien					
01	Füllsand liefern, einbauen, verdichten Körnung:	m³	9,92	39,98	14,20	17
	0/2		16,74	39,98	x 2,0	
	0/7 gewaschen		9,92	26,48	x 1,0	
02	Kies, Kies-Sand ($k = 10^{-2} - 10^{-4}$ m/s) liefern, einbauen und lagenweise verdichten	t	3,27	24,05	6,89	75
03	Schotter liefern, einbauen und verdichten	t	8,33	21,47	12,07	11
	Kalkschotter 0/70	t	8,33	16,36	x 1,0	
	Basaltschotter 0/32	t	12,37	21,47	x 1,3	
04	RCL-Material lagenweise verdichtet einbauen	m³	2,10	28,50	9,79	45
	Bereitstellung:					
	Fremdanlieferung RCL		2,10	28,50	x 1,0	
	RCL aus Zwischenlager		2,65	12,78	x 0,6	
05	Vorabsiebung 0/200 mm liefern, einbauen und verdichten	m³	2,17	36,09	11,95	19
06	Grobschotter oder Steine liefern und lagenweise einbauen	m³	4,85	10,64	6,55	5
07	Naturstein gebrochen (max. Kantenlänge < 100 mm) liefern, einbauen, verdichten, profilieren	m³	21,47	21,47	21,47	1
08	verdichtungsfähiges Auffüllungsmaterial liefern und einbauen	m³	3,00	21,43	8,72	20
09	Boden, Auffüllungen, aufbereitete Abbruchmaterialien von Lagerflächen aufnehmen und zum Einbaubereich transportieren, lagenweise einbauen und verdichten, $D_{Pr} \geq 97\%$	m³	1,46	13,47	4,14	28
10	Unbelastetes güteüberwachtes Material liefern, lagenweise einbauen und verdichten, $D_{Pr} 97\%$	m³	1,56	7,67	4,86	15
11	Immobilisat von Lagerfläche aufnehmen, bis 300 m transportieren, einbauen und verdichten	m³	4,03	9,13	5,68	4
31 05 00	Verfüllung von unterirdischen Hohlräumen (z.B. Gruben, Schächte)					
01	Dämmen oder gleichwertige Materialien liefern und einbauen	m³	81,81	81,81	81,81	1
02	Aufbereitete Auffüllungen laden, fördern, unterirdisch einbauen	m³	15,34	15,34	15,34	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

31.3 Literatur

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV vom 17.09.1999), Bundesgesetzblatt Nr. 36 vom 16.07.1999, S.1554.

Bund / Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln – 5. erweiterte Auflage 2004, allgemeiner Teil.

DIN 19731 Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial, Mai 1998.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG vom 01.03.1999), Bundesgesetzblatt I 1998.

Landesumweltamt NRW: Anforderungen an die Verwertung von Bodenmaterial als Schütt- und Verfüllgut, Entwurf vom 15.01.2001.

Landesumweltamt NRW: Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden gemäß § 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Essen: LUA 2004, Merkblätter Band 44

Odensass, M.: Randbedingungen für Umlagerungen bei Altlastensanierung und Flächenrecycling, TerraTec 03/2001, S. 17-23.

Quecke, W., Lange, W.: Bodenmanagement und chemische Beschaffenheit von Bodenmassen bei der Sanierung von Bergbaustandorten, TerraTech 01/2001, S. 45-48.

Simon, S.: Wohin mit Bodenaushub auf Altstandorten? TerraTech 03/2001, S. 23-27.

Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 BBodSchV), Arbeitshilfe der LABO in Zusammenarbeit mit LAB, LAGA und LAGA.

31.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

32 Renaturierung und Landschaftsbau

32.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die DIN 18915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten“ gilt für alle Bodenarbeiten (auch Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen) bei

- Pflanzen und Pflanzarbeiten nach DIN 18916
- Rasen und Saatarbeiten nach DIN 18917
- Ingenieurb biologische Sicherungsbauweisen nach DIN 18918
- Entwicklungs- und Unterhaltungspflege nach DIN 18919
- Schutzmaßnahmen nach DIN 18920

Sie gilt nicht für Rasenflächen für Sportplätze nach DIN 18035-4.

Die DIN 18915 gibt Hinweise zur vegetationstechnischen Prüfung und Bewertung der Böden sowie für Arbeiten zur Herstellung von Vegetationsflächen. Hinsichtlich der Bewertung der Umweltverträglichkeit der einzubauenden Materialien verweist sie auf die Vorgaben der BBodSchV. Die Anforderungen des § 12 BBodSchV sind beim Einbau von Materialien im Rahmen des Landschaftsbaus und der Renaturierung zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für Leistungen zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht. Für alle Maßnahmen, die durch den § 12 BBodSchV beschrieben sind, werden die rechtlichen und technischen Grundlagen im Leistungsbereich 31-00-00 „Wiedereinbau“ erläutert.

In § 6 der DIN 18915 werden die Anforderungen an Ober- und Unterboden, an Stoffe zur Bodenverbesserung, an Düngemittel und Saatgut sowie an Geotextilien und Dränschicht-Baustoffe formuliert.

Die DIN 18916 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten“ beschreibt die Anforderungen an Pflanzen sowie an Stoffe für Pflanzarbeiten (Befestigungsmaterialien, Pflanzenschutzmittel, Mulchstoffe). Es werden Hinweise zur Ausführung der Pflanzarbeiten, zur Fertigstellung und zur Fertigstellungspflege gegeben.

Die DIN 18917 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Rasen und Saatarbeiten“ gilt für die Herstellung von Rasen durch Ansaat oder durch Verwendung von Fertigrasen, Rasensoden oder Vegetationsstücken sowie für andere Ansaaten im Rahmen des Landschaftsbaus.

Die DIN 18917 gilt nicht

- für die Herstellung von Rasenflächen für Sportplätze nach DIN 18035-4.
- für Rasen zur Sicherung an Gewässern, Deichen und Küstendünen nach DIN 19657.
- für Ansaaten im Rahmen der Sicherungsbau nach DIN 18918.

Die DIN 18917 definiert die Anforderungen an Saatgut, Fertigrasen, Rasensoden und Vegetationsstücke. Hinsichtlich der Herstellung von Rasenflächen werden Hinweise zur Bodenvorbereitung (Tragschicht, Planum), zur Ansaat und zum Ausbringen von Fertigrasen und Rasensoden gegeben. In § 7 wird der Umfang der Fertigstellungspflege beschrieben. Angaben zu Art und Umfang der Voruntersuchungen, Eignungs- und Kontrollprüfungen enthält § 8.

Die DIN 18918 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Ingenieurb biologische Sicherungsbauweisen“ gilt für Sicherungsbauweisen im Rahmen des Landschaftsbaus mit Saatgut, Pflanzen, lebenden Pflanzenteilen und nicht lebenden Stoffen. Die Sicherungsbauweisen dienen zur Verhinderung oder Verringerung von Erosion, Rutschung und Steinschlag. Sie kommen zudem zur Anwendung zur Begrünung von Flächen, die durch natürliche

Einflüsse (Erosion) oder technische Maßnahmen von Oberboden befreit sind, sowie von Bodenschüttungen, Halden und Deponien.

Die DIN 18918 gilt nicht

- für Sicherungen an Gewässern, Deichen und Küstendünen nach DIN 19657.
- für Flächensicherungen durch Pflanzungen nach DIN 18916 und Saatverfahren nach DIN 18917.
- für Steinschlagschutz-Bauwerke.

Der Einschätzung und Bewertung der Standortverhältnisse in Bezug auf Bodenart, Klima, Erosionsgefahr kommt bei Sicherungsbauweisen eine besondere Bedeutung zu, um Art, Umfang und Zeitpunkt der Leistungen im Hinblick auf das vorgesehene Sicherungsziel festlegen zu können (s. § 4 DIN 18918). Begrünungsmaßnahmen und ingenieurbologische Sicherungsbauweisen führen nur dann zum Ziel, wenn die Pflanzen in ihren Eigenschaften und der Standort in seiner Qualität nicht überschätzt werden.

Die DIN 18918 unterscheidet zwischen Sicherungen durch Ansaaten, durch Bepflanzungen; durch Bauweisen mit Pflanzen und lebenden Pflanzenteilen und durch Bauweisen mit nicht lebenden Stoffen und Bauteilen (Gabionen, Krainerwand etc.) bzw. kombinierte Bauweisen. Dabei sind Sicherungsbauweisen mit Saatgut, Pflanzen und lebenden Pflanzenteilen grundsätzlich vorzuziehen. Die Anforderungen an Saatgut, Pflanzen, lebende Pflanzenteile und sonstige Stoffe werden im § 5 formuliert.

Die DIN 18918 gibt auch Hinweise zur Herstellung von Entwässerungsbauten in Form von Dränfaschinen, Rauhbetrinnen und gewebearmierten Rinnen.

Die DIN 18919 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen“ gilt für Grünflächen sowie für Vegetationsflächen, die mit ingenieurbologischen Bauweisen nach DIN 18918 gesichert werden. Sie gilt nicht für Rasenflächen auf Sportplätzen nach DIN 18035-4. In der DIN 18919 werden die Anforderungen an die Leistungen bei Pflanzflächen, bei Rasen und wiesenähnlichen Flächen beschrieben. Zu den Entwicklungs- und Unterhaltungsmaßnahmen zählen Mähen, Schneiden, Düngen und Wässern sowie Bodenlockerung, Vertikutieren und Winterschutzmaßnahmen.

Die DIN 18920 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen“ gilt für die Planung und Durchführung von Baumaßnahmen im Siedlungsbereich und in der freien Landschaft.

Eine Schädigung von Pflanzen kann z. B. durch

- Bodenverdichtung infolge Begehen, Befahren, Baustelleneinrichtungen, Lagerung von Baustoffen, Abstellen von Fahrzeugen,
- Bodenversiegelung durch geschlossene Beläge,
- Bodenbewegungen (Bodenauftrag, -abtrag),
- Baugruben und Gräben,
- Erosion,
- mechanische Beschädigungen,
- Grundwasserabsenkung, Vernässung, Überstauung

auftreten. Entsprechend der vorhandenen Gefährdung sind geeignete Schutzmaßnahmen gemäß § 4 auszuwählen.

32.2 Kostenermittlung

32.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Pflanzliche Bodendecker aufnehmen	m ²	
Boden abtragen, auftragen	m ²	m ³
Lärmschutzwall herstellen	m ³	m
Boden lockern, ebnen, verdichten	m ²	
Flächenbefestigungen aufnehmen	m ²	
Bodenverbesserungsmittel einarbeiten	m ²	m ³
Dünger aufbringen	m ²	kg
Nass- und Trockenansaat aufbringen	m ²	kg
Hecken liefern und pflanzen	m	m ²
Sträucher und Stauden liefern und pflanzen	m ²	Stck.
Bäume liefern und pflanzen	Stck.	m ²
Schutzvorrichtungen einbauen	Stck.	
Filter-, Drän-, Trag- und Deckschichten aufbringen	m ²	
Faschinen, Flechtwerke, Buschlagen, Pflanzgräben herstellen	m	
Einfriedungen, Einfassungen herstellen	m	
Rasen- und Gehölzschnitt, Beregnen, Winterschutzmaßnahmen	m ²	a
Heckenschnitt	m	m ²
Entwicklungspflege für den Baumbestand	Stck./a	m ²

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

Allgemeines

- Der Ermittlung der Leistung - gleichgültig, ob sie nach Zeichnungen oder nach Aufmaß erfolgt - sind zugrunde zu legen:
 - die tatsächlichen Maße; dabei werden Flächen bei der Ermittlung der Leistung in der Abwicklung gemessen;
 - bei der Pflege von Dachbegrünungen die tatsächliche Vegetationsfläche einschließlich eventueller Randstreifen.
- Flächen werden getrennt nach Flächenneigungen abgerechnet, wenn ihre Neigung steiler als 1:4 ist.
- Abtrag wird an der Entnahmestelle ermittelt.
- Bodenschichten werden jeweils im einzelnen nach ihrer Fertigstellung ermittelt.
- Anschüttungen, Andeckungen, Einbau von Schichten werden im fertigen, Vegetationstragschichten im gesetzten Zustand zur Zeit der Abnahme an den Auftragstellen ermittelt.
- Boden wird getrennt nach Bodengruppen nach DIN 18915 und, soweit 50 m Förderweg überschritten werden, auch gestaffelt nach Länge der Förderwege abgerechnet.
- Ist nach Gewicht abzurechnen, so ist die Menge durch Wiegen, bei Schiffsladungen durch Schiffseiche, festzustellen.

- Zu rodende Pflanzen werden vor dem Roden ermittelt, dabei Sträucher getrennt nach Höhe, Bäume getrennt nach Stammdurchmesser, der in 1 m Höhe über dem Gelände ermittelt wird. Bei mehrstämmigen Bäumen gilt als Durchmesser die Summe der Durchmesser der einzelnen Stämme.
- Schnitt von Hecken wird nach der bearbeiteten Fläche ermittelt.
- Bei der Auszählung von Flächenpflanzungen, z. B. aus bodendeckenden Stauden und Gehölzen, leichten Sträuchern und Heistern, werden Ausfälle bis zu 5 % der Gesamtzahl nicht berücksichtigt, wenn trotz Ausfall einzelner Pflanzen ein geschlossener Eindruck entsteht.

Es werden abgezogen:

- Bei der Abrechnung nach Flächenmaß (m²)
 - bei Nass- und Trockenansaaten nach DIN 18918 Aussparungen über 100 m² Einzelfläche z. B. Felsflächen, Bauwerke,
 - bei sonstigen Flächen Aussparungen über 2,5 m² Einzelfläche, z. B. Bäume, Baumscheiben, Stützen, Einläufe, Felsnasen, Schrittplatten.
- Bei der Abrechnung nach Längenmaß (m)
 - Unterbrechungen über 1 m Länge.

32.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Bodenaushub, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 74-00-00	Immobilisierung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

32 00 00 Renaturierung, Landschaftsbau

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
32 01 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten und Räumen der maßnahmespezifischen Baustelle, Vorhalten der maßnahmespezifischen Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

32 00 00 Renaturierung, Landschaftsbau

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
32	02	00	Planums- und Profilierungsarbeiten					
		01	Herstellung der ursprünglichen Geländekontur, Profilierung der Böschungen inkl. Erdarbeiten	m²	0,27	1,12	0,60	6
		02	Herstellung eines einfachen Planums	m²	0,10	0,95	0,46	14
		03	Neuprofilierung eines Flurgrabens inkl. Einarbeitung von Humus in die Oberfläche (20 cm). Die Herstellung der humusierten Bodenzone erfolgt aus je einem Teil Humus bzw. gesiebt Kompost und einem 'normalen' Verfüllmaterial des Flurbereinigungsgrabens	m²	2,15	9,97	4,52	12
32	03	00	Einbau von (Ober-) Boden					
		01	Vegetationsschicht für Pflanz- und Rasenflächen; liefern, abladen und einbauen	m³	3,63	36,38	16,47	30
			Schichtdicke 0,25 m		3,63	36,38	x 1,0	
			Schichtdicke 0,50 m		5,01	18,98	x 0,6	
		02	Oberboden Bodenkl. 1 liefern, einbauen und einebnen, Einhaltung der Prüfwerte für Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach Anhang 2 BBodSchV	m³	1,31	37,99	17,83	30
			ca 0,15 m		10,10	25,55	x 1,0	
			ca. 0,30 m		1,31	37,99	x 0,6	
		03	Oberboden zwischengelagert in Mieten auf dem Gelände aufnehmen, zur Einbaustelle transportieren, profilgerecht einbauen; Böschungsneigung 1:2,5 Oberflächengefälle 1 % Auftragsmächtigkeit 0,30 - 0,80 m	m³	0,82	6,82	2,59	32
		04	Wiederherstellung der Grünfläche (Rasen, Wiesen, Beete) inkl. Lieferung und Einbau von 20 cm Oberboden	m³	6,70	18,61	12,38	5
		05	Rekultivierungsschicht (kulturfähiger Erdstoff), d=0,45 m, anliefern, einbauen und Grassamenmischung RSM 9 mit Regelaussaatmenge von ca. 20 g/m² aufbringen	m²	3,72	20,96	8,60	14
		06	Vegetationsflächen nach dem Aufbringen von Oberboden und Düngemitteln kreuzweise durchfräsen oder umgraben, einschl. Entfernen von Steinen und unverrottbaren Pflanzenteilen	m²	0,10	3,30	0,53	22
		07	Bodenverbesserung mit Kalkhydrat (DIN 18196), Bindemittel liefern, maschinell aufbringen und einfräsen, planieren und verdichten	m³	0,01	29,93	5,38	33
		08	Bodenverbesserung von Vegetationsflächen mit vom Auftragnehmer zu liefernden Stoffen nach DIN 18915; zusätzlich 200 g/m² Rizinusschrot, 10 l/m² Biohum	m²	0,14	0,81	0,48	2
		09	Rasengittersteine 60x40x8 cm liefern, nach Plan verlegen, mit Oberboden befüllen und einsäen; Einlage eines Geogitters >/= 1,0 m Breite als zweiachiales Polymergitter aus PE	lfm	4,18	47,99	17,16	18

LB-AF Nr. Leistungsbereich

32 00 00 Renaturierung, Landschaftsbau

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
32	04	00	Pflanz- und Saatarbeiten					
		01	Bäume liefern, ggf. einschlagen, pflanzen; ggf. mit Pflanzenverankerung	Stck.	57,19	1.945,13	68,56	65
			Apfelbaum		61,28	140,55	x 1,1	
			Eibe		87,56	173,50	x 1,8	
			Esche		173,80	173,80	x 2,5	
			Feldahorn		99,70	99,70	x 1,5	
			Fichte		57,19	240,87	x 2,4	
			Hainbuche		127,00	127,00	x 1,8	
			Kiefer		59,29	78,51	x 1,0	
			Rote Rosskastanie					
			Stammdurchmesser 12-14 cm		193,37	211,18	x 2,9	
			Stammdurchmesser 18-20 cm		236,20	302,68	x 3,9	
			Spitz-Ahorn					
			Stammdurchmesser 18-20 cm		236,20	292,46	x 3,9	
			Stammdurchmesser 20-25 cm		376,82	1.945,13	x 16,9	
			Stieleiche		204,50	204,50	x 3,0	
			Wildkirsche		158,50	158,50	x 2,3	
			Winterlinde					
			Stammdurchmesser 6 cm		168,21	194,51	x 2,6	
			Stammdurchmesser 18-20 cm		236,20	251,04	x 3,6	
		02	Laubbäume der 2. Größenordnung (z.B. Hainbuche, Feldahorn) liefern und pflanzen (Größe 0,7-1,5 m; Bepflanzungsraster 2 m x 1 m)	m²	2,97	84,87	33,30	6
		03	Baum, h=5 m, ausgraben und umpflanzen bzw. neuen Baum pflanzen	Stck.	5,24	664,68	294,70	11
		04	Sträucher liefern, ggf. einschlagen, pflanzen; ggf. mit Pflanzenverankerung	Stck.	1,28	193,86	13,62	220
			Sträucher diverse		1,34	25,20	x 1,0	
			Bodendecker		1,24	2,11	x 0,1	
			Brombeere		5,85	8,08	x 0,5	
			Flieder		13,85	193,86	x 10,5	
			Hartriegel		14,08	122,70	x 2,1	
			Hasel		117,00	117,00	x 8,6	
			Heckengehölz (ca. 2-3 St/lfm)		1,46	14,98	x 0,5	
			Holunder				x 1,4 *	
			Ilex		40,29	77,06	x 4,2	
			Nadelgehölz		45,53	76,57	x 4,4	
			Rhododendron		24,51	133,39	x 5,4	
			Schling-, Rank- und Klettergehölze		1,28	35,19	x 0,7	
			Schneeball		14,63	160,00	x 2,7	
			Stauden		1,41	11,26	x 0,2	
			Weißdorn		120,00	120,00	x 8,8	
		05	Bodendecker und leichte Sträucher liefern, ggf. einschlagen, pflanzen	m²			8,44 *	
		06	Staudenflure anlegen für Pflege durch Mahd und Entnahme nichteinheimischer Gehölze	m²	2,56	2,56	2,56	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

32 00 00 Renaturierung, Landschaftsbau

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	07	Zwischenbegrünung mit Phacelia inkl. Mähen und Unterfräsen bei endgültiger Bepflanzung, Menge 25 g/m ²	m ²	0,56	1,25	0,88	6
	08	Saatgutmischung liefern für Oberflächenbegrünung mit folgender Zusammensetzung: 60 % <i>Latyrus sativus</i> 30 % <i>Lupinus angus divoli</i> 5 % <i>Trifolium incarnatum</i> 5 % <i>Phacelia tanacetifolia</i>	kg	0,21	38,96	5,56	18
	09	Ansaat mit Saatgutmischung aus Vorposition Menge 20 g/m ² einschl. Dünger und Bodenverfestiger, Anwalzen nach Ansaat	m ²	0,08	0,83	0,24	18
	10	Rasensaat mit Regel-Saatgutmischung, einschl. Liefern der Saatgutmischung	m ²	0,13	6,62	0,45	39
	11	Gebrauchsrasen herstellen, Ansaatmenge 25 g/m ²	m ²	0,59	2,64	1,43	6
	12	Landschaftsrasen herstellen Ansaatmenge 20 g/m ²	m ²	0,48	2,31	1,23	6
	13	Anspritzebegrünung	m ²	0,32	0,66	0,50	3
	14	Nasseinsaat	m ²	0,26	2,50	0,79	9
	15	Mulchen von Nasssaatflächen	m ²	0,40	0,40	0,40	1
	16	Rasendecke abheben, unterhalten und wieder einbauen	m ²	6,00	6,00	6,00	1
	17	Auflegen der abgehobenen Grasnabe	m ²	3,50	22,97	8,59	5
	18	Rollrasen liefern und auf frisch angedeckte Oberbodenschichten aufbringen inkl. vorbereitende Maßnahmen (Feinplanum; Entfernen von Steinen und schwer verrottbaren Pflanzenteilen)	m ²	4,42	15,17	8,36	5
	19	Schotterrasen liefern, einbauen und verdichten, d = 0,04 m	m ²	0,01	6,04	3,03	16
32	05	00 Pflege und Unterhaltung					
	01	Freischneiden der Pflanzfläche	ha	767,00	767,00	767,00	1
	02	Mähen Landschaftsrasen (ca. 3 Schnitte pro Jahr)	m ²	0,12	2,66	0,83	13
	03	Pflege der gepflanzten Bäume	Wo	5,41	85,69	36,43	11
	04	Entwicklungspflege für den neuen Baumbestand	Baum/a	26,43	78,98	52,71	2
	05	Entwicklungspflege für den neuen Baumbestand	m ²	1,62	1,62	1,62	1
	06	Auftragen von Rindenmulch d=0,2 m	m ²	2,61	9,70	6,17	3
	07	Dünger "Florianid permanent" liefern und aufbringen 50g/m ² (10000m ²)	kg	0,56	2,22	1,59	6
	08	Agrosil LR liefern und aufbringen, Auftragsmenge 100 g/m ²	kg	0,76	3,12	2,16	6
	09	Torf in Säcken liefern und einbauen	Stck.	3,23	67,35	22,35	6
	10	Pflanzverankerungen als Pfahlbeiböcke aus geschälten Baumpfählen liefern und setzen	Stck.	8,62	68,72	33,02	13
	11	Wildverbisschutz für Einzelbäume	Stck.	9,24	9,24	9,24	1
	12	Wildverbisschutzmaßnahmen pauschal	a	1.022,60	1.022,60	1.022,60	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

32 00 00 Renaturierung, Landschaftsbau

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl	
				min	max	mittel		
32	06	00	Sicherungsbauweisen, Geotextilien					
		01	Sicherung DIN 18918 durch Hangfaschine an Holzpflocken	m²			26,59 *	
		02	Sicherung DIN 18918 durch kombinierte Hangfaschine; 25% austriebsfähige Weiden (Faschindicke 25 - 30 cm; Abstand der Faschinen 2 m; an Stahlstäben befestigt; Neigung der Flächen über 1:2; Flechtwerk in ganzer Breite 15 cm stark mit Nasstorf zu hinterlegen)	m	7,93	7,93	7,93	1
		03	Sicherung DIN 18918 durch Flechtwerk mit Weidenruten	m²			24,03 *	
		04	Erosionsschutzmatte liefern und verlegen	m²	2,51	5,00	3,47	3
		05	Sicherung durch Geotextil Kl 2, Trägermatte, Böschungsbereich	m²	1,00	6,93	2,87	18
		06	Geotextil Kl. 2, Vliesstoff zur Rasenentwässerung an Dränanlagen	m²	0,33	3,77	1,46	44
		07	Böschungssicherung durch Pflanzringe liefern und erstellen, einschl. Befüllung mit Oberboden (Bettung Beton B5 10 cm)	Stck.	11,36	57,94	25,37	24
		08	Winkelstützen liefern und setzen h = 1 m	m	100,10	100,10	100,10	1
		09	Stützkonstruktion für Böschungen liefern und einbauen	m²	129,80	129,80	129,80	1
		10	Füllmaterial für Stützkonstruktion liefern und einbauen, Kiessand 0/50 mm	m³	2,10	2,10	2,10	1
		11	Geotextil als Trennvlies für Stützkonstruktion liefern und einbauen	m²	2,90	2,90	2,90	1
		12	Steinschüttung aus Naturgestein liefern und herstellen	m²	24,90	24,90	24,90	1
		13	Wasserbaupflaster liefern und herstellen	m²	73,20	108,60	90,90	2
		14	Pfahlreihe liefern und setzen	m	74,00	74,00	74,00	1
		15	Haltegräben ausheben und mit Gewebeeinlage wieder verdichten	lfdm	8,69	8,69	8,69	1
		16	Wurzelschutzfolie, d > 0,8 mm	m²			9,72 *	
		17	Verwurzelungsgewebe	m²			3,58 *	
32	07	00	Lärm- Sichtschutzwände/ -wälle und Schutzzäune					
		01	Boden, Kl. 3, profilgerecht lösen, laden und zur Geländeangleichung einbauen	m³			11,25 *	
		02	Boden, Kl. 5, profilgerecht lösen, laden und im Baubereich einbauen und verdichten	m³			15,85 *	
		03	Lärmschutzwall (Erdkern) mit Vegetationsgeflecht aufbauen Höhe: 2 m 3 m 4 m	m			920,33 * x 0,65 * x 1,0 * x 1,45 *	
		04	Lärmschutzwall erstellen: Auffüllboden lagenweise verdichtet einbauen inkl. profilieren und verdichten der Aufstandsfläche (Dpr=95%; max. Böschungsneigung 1:3, Höhe 3 m)	m³	7,04	24,72	14,42	7
		05	Maschendrahtzaun mit abschließbarem Tor liefern und aufstellen	m	33,78	88,81	48,04	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich

32 00 00 Renaturierung, Landschaftsbau

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
32	08	00	Gerinne				
	01	Ton-Schluff-Gemisch liefern und einbauen als Basis für Entwässerungsrinne, Einbauhöhe 0,70 m (3-lagig à 0,20 m bzw. 0,30 m), Einbaubreite 1,70 m, Verdichtung auf 97 % Proctordichte, Gefälle 0,5 %	lfm	5,46	30,88	16,36	18
	02	Entwässerungsrinne herstellen, Gerinne aus Ton-Schluff-Gemisch der Vorposition mit halbkreis- / trapezförmigem Querschnitt; Abflussleistung Q = 140 l/s Gefälle 0,5 %	lfm	1,66	35,29	6,93	18
	03	Übergang zwischen Tongerinne und Schlammfang herstellen, durch Einbindung eines Betonrohrs DN 300	Stck.	3,92	531,92	162,44	18
	04	Entwässerungsmulde herstellen am Rand der Baustelleneinrichtungsfläche	lfd	4,74	34,89	12,69	6
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

32.3 Literatur

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV vom 17.09.1999), Bundesgesetzblatt Nr. 36 vom 16.07.1999, S.1554.

DIN 18915 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten.

DIN 18916 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten.

DIN 18917 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Rasen und Saatarbeiten.

DIN 18918 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen.

DIN 18919 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen.

DIN 18920 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen.

DIN 19657 Sicherung von Gewässern, Deichen, Küstendünen; Richtlinien.

DIN 19731 Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial, Mai 1998.

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.: Empfehlungen für den Bau und die Pflege von Schotterrasen.

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.: Empfehlungen zur Versickerung und Wasserrückhaltung.

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.: Regel-Saatgut-Mischungen (RSM).

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege (ZTV Baumpflege).

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Verpflanzen von Großbäumen und Großsträuchern.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG vom 01.03.1999), Bundesgesetzblatt I 1998.

Krautz, C.; Köppl, M.: Verwertung von Abfällen im Landschaftsbau, in TerraTech 1/2001, S. 33-36.

Landesumweltamt NRW (Hrsg.): Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden gemäß § 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, LUA-Merkblätter Band 44, Essen 2004.

Odensass, M.: Randbedingungen für Umlagerungen bei Altlastensanierung und Flächenrecycling, TerraTec 03/2001, S. 17-23.

Quecke, W., Lange, W.: Bodenmanagement und chemische Beschaffenheit von Bodenmassen bei der Sanierung von Bergbaustandorten, TerraTech 01/2001, S. 45-48.

RAS-LP 4, Richtlinie für die Anlage von Straßen – Teil: Landschaftspflege, Abschnitt 4: Schutz von Bäumen, Vegetationsbeständen und Tieren bei Baumaßnahmen.

Simon, S.: Wohin mit Bodenaushub auf Altstandorten? TerraTech 03/2001, S. 23-27.

Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV), vom 21. September 1998, BGBl I 1998, 2955, zuletzt geändert durch § 11 Abs. 1 V v. 26.11.2003 I 2373.

Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 BBodSchV), Arbeitshilfe LABO in Zusammenarbeit mit LAB, LAGA und LAWA.

32.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

33 Bodenverbesserungsmaßnahmen und Gründungen auf kontaminierten Flächen

33.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Leistungsbereich beschreibt geotechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Gründungsfähigkeit auf anthropogen verändertem Boden und Baugrund.

33.2 Kostenermittlung

33.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Bodenzuschlagstoffe liefern und lagern	t	m ³
Bodenzuschlagstoffe aufbringen und einfräsen	m ³	m ²
Probefelder zur Untergrundverbesserung herstellen	Stck.	
Rütteldruckverdichtung des Bodens	m ²	
Vakuummentwässerung des Bodens	m ³	

33.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 35-00-00	Straßen, Wege, Gleise
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 74-00-00	Immobilisierung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**33 00 00 Bodenverbesserungsmaßnahmen,
 Gründung auf kontaminierten Flächen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
33 01 00	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung					
01	Baustelleneinrichtung für Bodenverbesserungsmaßnahmen, inkl. Räumen der Baustelle	psch.	7.456,66	14.543,59	10.842,19	4
02	Vorhalten der Baustelleneinrichtung für Bodenverbesserung	Wo	#	#	#	0
03	Baustelleneinrichtung für Gründungsmaßnahmen	psch	#	#	#	0
04	Vorhalten der Baustelleneinrichtung für Gründungsmaßnahmen	Wo	#	#	#	0
33 02 00	Bodenverbesserung					
01	Kalk (Weißfeinkalk DIN 1060) liefern und trocken lagern	m³			14,32 *	
02	Kalk (Weißfeinkalk DIN 1060) liefern und trocken lagern	t	0,62	181,70	69,83	38
03	Kalk (Weißfeinkalk DIN 1060) auf Boden zur Vorbereitung der Bodenverbesserungsmaßnahme ausstreuen	t	16,80	90,00	68,07	9
04	Boden mit Kalk verbessern (gem. DIN 18196), Bindemittel maschinell aufbringen und durchmischen (einfürsen o.ä.), planieren und verdichten	m³	0,01	29,93	5,63	40
05	Boden mit Kalk verbessern (gem. DIN 18196), Bindemittel maschinell aufbringen und durchmischen (einfürsen o.ä.), planieren und verdichten	m²	3,16	26,00	10,15	6
06	Zuschlagstoffe aufbringen und einfürsen (ca. 2,5-3 Gew.-% Bindemittel) zur Bodenverbesserung des wieder einzubauenden Lößlehms inkl. aller Geräte	m³	2,85	4,41	3,45	4
07	Geschüttete Auffüllung und Bodenmaterial nach Ausstreuen des Bindemittels mit Bodenmischgeräten gleichmäßig und in voller Schütthöhe durchmischen, anschließend verdichten; abgerechnet wird nach Auftragsprofilen in verdichtetem Zustand	m³	0,64	8,33	4,08	10
08	Geschüttetes mineralisches Dichtungsmaterial nach Ausstreuen des Bindemittels mit Bodenmischgeräten gleichmäßig und in voller Schütthöhe durchmischen, anschließend verdichten; abgerechnet wird nach Auftragsprofilen in verdichtetem Zustand	m³	0,80	8,18	3,80	10
09	Rolliges Material (aus Aushub oder Abbruch bzw. Material des AN) zur Bodenstabilisierung (Verbessern der Tragfähigkeit) liefern und auf Baufeld bereitstellen	t	5,41	15,16	11,58	7
10	Rolliges Material (aus Aushub oder Abbruch bzw. Material des AN) zur Bodenstabilisierung (Verbessern der Tragfähigkeit) in den Boden einmischen; Abrechnung nach Menge des eingebauten rolligen Materials	t	2,34	7,72	3,99	7
11	Geogitter (PP medienbeständig; 300 g/m²; Öffnungsweite (längs/ quer) 39/39 mm) liefern und zwischen den einzelnen Bodenlagen der Aufwahrung einbauen; an den Rändern ist das Geogitter umzuschlagen; Bahnen sind an den Stößen min. 50 cm zu überlappen	m²	3,31	6,72	4,20	7
12	Probefelder zur Untergrundstabilisierung aus Beton-RCL 0/56 herstellen, 5 m x 5 m, Ev2 >= 45MN/m²	Stck.	0,10	252,90	119,30	4
13	Beton-RCL 0/56 güteüberwacht liefern und als Untergrundstabilisierung einbauen	m³	8,80	16,80	12,58	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**33 00 00 Bodenverbesserungsmaßnahmen,
Gründung auf kontaminierten Flächen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
14	Grobschotter 56/80 liefern und als Untergrundstabilisierung einbauen	m³	10,50	19,90	14,98	4
15	Wasserglas (Hydrostab) liefern	t	869,20	869,20	869,20	2
16	Wasserglas zur Dichtigkeitserhöhung in das Einbaumaterial einmischen (Wasserglasvergütung)	m³	2,30	2,30	2,30	2
17	Wasserglasvergütete Tragschichtmischung einbauen und verdichten	m³	2,81	2,81	2,81	2
18	Rütteldruckverdichtung zur Erreichung einer gleichmäßigen mitteldichten Lagerung inkl. Umsetzen des Gerätes	m²	5,67	32,23	9,80	16
	Tiefe:					
	bis 5 m		5,67	13,94	x 1,0	
	bis 10 m		15,12	16,97	x 1,6	
	bis 15 m		20,44	25,09	x 2,3	
19	Füllmaterial für Rütteldruckverdichtung zugeben, inkl. Lieferung auf Baustelle	t	12,11	32,23	17,41	4
20	Vakuumentwässerung durchführen bei schlecht entwässernden bzw. weichen bis breiigen Böden durch Anlegen eines Vakuums an der Bodenmiete einschl. liefern und einbauen von Folien, Vakuumanlagen und Vakuumpumpe (abgerechnet nach Aufmaß der Mieten)	m³	2,56	19,03	9,80	7
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

33.3 Literatur

Breuer, K.; Hofmann, O.E.: Tiefenverdichtung von gleichförmigen Sanden mit Tauchrüttlern, Zeitschrift Tiefbau, Heft 8, 1976.

Dachroth, W.: Handbuch der Baugeologie und Geotechnik, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.

DIN 1080 T 6: Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen, Bodenmechanik und Grundbau.

DIN 4014: Bohrpfähle; Herstellung, Bemessung, Tragverhalten.

DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke.

DIN 4026: Rammpfähle; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung.

DIN 4093: Baugrund; Einpressen in den Untergrund, Planung, Ausführung, Prüfung.

Empfehlung „Einpressarbeiten mit Feinstbindemitteln im Lockergestein“ (in Vorbereitung), Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Arbeitskreis 2.9.

Frank, A.; Varaskin, S.: Verdichtung von Böden durch dynamische Einwirkung von Fallgewichten über und unter Wasser. Baumaschine und Bautechnik 24, 1977.

Gödecke, H.J.: Dynamische Konsolidation zur Baugrundverdichtung. Die Bautechnik 57, 1970.

Koenen, J.P.: Bemessung chemisch injizierter Verfestigungskörper unter Berücksichtigung rheologischer Materialeigenschaften, Vortrag Baugrundtagung der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V., 1976.

Lackner, E.: Schwierige Gründungen in Verbindung mit Bodenverbesserungen, Der Bauingenieur, Heft 9, 1966.

Massarsch, K.R.; Boms, B.B.: Bodenverdichtung durch die Vibro-Wing-Methode, Bautechnik 60, 1983.

Müller-Kirchbauer, H.: Spannungsverformungsverhalten silikatinjizierter Böden unter Dauerlast, Vortrag Baugrundtagung der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V., 1978.

Simmer, K.: Grundbau 1 - Bodenmechanik und erdstatische Berechnungen, Verlag B.G. Teubner Stuttgart, 1994.

33.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

34 Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge (Grundwasser- und Bodenluftmonitoring)

34.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die im Leistungsbereich 34 zusammengefassten Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen kommen auf verschiedenen Stufen der Altlastenbearbeitung mit unterschiedlicher Zielsetzung zur Ausführung.

Bei altlastverdächtigen Flächen, bei denen mittels der durchgeführten Erkundungsmaßnahmen keine abschließende Beurteilung der Gefahrenlage erreicht werden konnte, sowie bei Altlasten, die aus technischen und/oder wirtschaftlichen Gründen nicht bzw. erst mittel- bis langfristig saniert werden können, ist durch Überwachungsmaßnahmen sicherzustellen, dass mögliche Veränderungen der Gefahrenlage zeitnah erfasst werden können, um ggfs. umgehend Maßnahmen zur Gefahrenabwehr ergreifen zu können.

Auf der Stufe der Altlastensanierung sind zur Feststellung des Sanierungserfolges der eingeleiteten Dekontaminations-/Sicherungsmaßnahmen geeignete Kontrolluntersuchungen durchzuführen. Gemäß § 4 Abs. 3 BBodSchG sind schädliche Bodenveränderungen und Altlasten „so zu sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen.“ Um eine dauerhafte Beseitigung von Gefahren i.S. des § 4 Abs. 3 BBodSchG sicherzustellen, müssen die ergriffenen Dekontaminations- und/oder Sicherungsmaßnahmen demnach langfristig wirksam sein und ihre Wirksamkeit kontrollierbar sein. Im Anschluss an die Sanierung ist daher im Rahmen der Nachsorge die dauerhafte Einhaltung der für den jeweiligen Standort festgelegten Sanierungsziele zu überwachen. Die Darstellung der während der Sanierungsphase sowie im Rahmen der Nachsorge und Langzeitüberwachung vorgesehenen Eigenkontrollmaßnahmen zählt zu den verbindlichen Bestandteilen eines Sanierungsplanes gemäß § 13 BBodSchG.

Die rechtlichen Vorgaben an die Durchführung und Dokumentation der behördlichen Überwachung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten sowie die Erfolgskontrolle bei kontaminierten Flächen, auf denen Dekontaminations-, Sicherungs- und/oder Beschränkungsmaßnahmen durchgeführt wurden, ergeben sich aus § 15 BBodSchG:

- (1) *Altlasten und altlastverdächtige Flächen unterliegen, soweit erforderlich, der Überwachung durch die zuständige Behörde. [...]*
- (2) *Liegt eine Altlast vor, so kann die zuständige Behörde von den nach § 4 Abs. 3, 5 oder 6 Verpflichteten, soweit erforderlich, die Durchführung von Eigenkontrollmaßnahmen, insbesondere Boden- und Wasseruntersuchungen sowie die Einrichtung und den Betrieb von Messstellen verlangen. Die Ergebnisse der Eigenkontrollmaßnahmen sind aufzuzeichnen und fünf Jahre lang aufzubewahren. Die zuständige Behörde kann eine längerfristige Aufbewahrung anordnen, soweit dies im Einzelfall erforderlich ist. Die zuständige Behörde kann Eigenkontrollmaßnahmen auch nach Durchführung von Dekontaminations-, Sicherungs- und Beschränkungsmaßnahmen anordnen. Sie kann verlangen, dass die Eigenkontrollmaßnahmen von einem Sachverständigen nach § 18 durchgeführt werden.*
- (3) *Die Ergebnisse der Eigenkontrollmaßnahmen sind von den nach § 4 Abs. 3, 5 oder 6 Verpflichteten der zuständigen Behörde auf Verlangen mitzuteilen. Sie hat diese Aufzeichnungen und die Ergebnisse ihrer Überwachungsmaßnahmen fünf Jahre lang aufzubewahren.*

Nach Abschluss der Bauausführung von Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen und Nachweis des Sanierungserfolges beginnt die **Nachsorge**.

Die Nachsorge von Dekontaminations-, Sicherungs- und Beschränkungsmaßnahmen besteht aus Maßnahmen zum Langzeitbetrieb, zur Langzeiterhaltung, zur Funktionskontrolle und zur Überwachung der Wirkungspfade.

Art und Umfang der erforderlichen Maßnahmen sind dabei abhängig von den jeweiligen standortspezifischen Randbedingungen, d.h. für jeden Einzelfall ist ein speziell angepasstes Nachsorgeprogramm zu erarbeiten.

- Zu den üblichen Überwachungsmaßnahmen der Wirkungspfade zählen das Grundwasser- oder Bodenluftmonitoring. Im Rahmen des Monitorings werden die genannten Umweltmedien in regelmäßigen Zeitabständen beprobt und auf die relevanten Schadstoffparameter analysiert. Langzeitüberwachungen sind insbesondere bei Sicherungsmaßnahmen (u.a. Immobilisierung, Oberflächenabdichtung, vertikale Abdichtung, Landschaftsbau, sowie Umlenkung des Grundwasserstromes bzw. Absenkung des Grundwasserspiegels) sowie bei Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen (z. B. Nutzungseinschränkungen) erforderlich, um das Verhalten der vorhandenen Schadstoffe zu kontrollieren und somit einen wirksamen Schutz der gefährdeten Schutzgüter gewährleisten zu können.
- Die übrigen Nachsorgemaßnahmen umfassen den Betrieb von Fassungs- und Behandlungsanlagen, die Unterhaltung von Bauwerken, die erforderlichen Funktionskontrollen an den Anlagen und Bauwerken sowie alle Erhaltungs- und Wartungsarbeiten, die im Anschluss an eine Sanierung notwendig werden.

34.2 Kostenermittlung

34.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Probenahmegeüßschaften		
an- und abtransportieren, einbauen, umsetzen vorhalten	psch. Wo	Stck. Mt
Entnahme von Wasserproben	Stck.	psch.
Entnahme von Bodenluftproben	Stck.	psch.

Die Kosten der Eigenkontrollmaßnahmen für das Grundwasser / die Bodenluft sind u. a. abhängig von der Anzahl der zu beprobenden Messstellen, vom anfallenden Sickerwasser- oder Bodenluftvolumen, von der Häufigkeit der Beprobung und vom Schadstoffinventar. Der Kalkulationsansatz umfasst insbesondere den Aufwand für Probenahme und Analytik sowie Ingenieurleistungen (Berichte, Gutachten).

Als jährliche Kosten werden ca. 20 % der Kosten für die Gefährdungsabschätzung angesetzt. Dieser Ansatz geht davon aus, dass keine neuen Feldarbeiten auszuführen sind und dass sich die Überwachung auf ausgewählte, vorhandene Grundwasser- und Bodenluftmessstellen bezieht.

Für bestimmte Maßnahmenvarianten müssen bei einem Variantenvergleich im Rahmen von Sanierungsuntersuchungen bei einem Kostenvergleich auch die Kosten der Überwachung / Nachsorge über einen längeren Zeitraum berücksichtigt werden. Die zur Berechnung erforderlichen Methoden (Kostenvergleichsrechnung, Kosten-Wirksamkeitsanalyse und Kosten-Nutzen-Analyse) werden in Band 11 der Schriftenreihe des Landesumweltamtes NRW „Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz“ beschrieben.

LEISTUNGSBEREICH 34-00-00 *	ÜBERWACHUNG / NACHSORGE *	
JÄHRLICHE BASISKOSTEN GRUNDWASSER- & BODENLUFTMONITORING		
Bezugskosten = Kosten Gefährdungsabschätzung [€] = _____ [€]		
Leistung	Variable fL [1/a]	
Langzeitmonitoring	0,2	
Kosten 34-00-00 = (Bezugskosten [€] x fL) = _____ €		

34.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 11-00-00	Umwelt- und Geotechnische Felduntersuchung, Probenahme
LB 12-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 50-00-00	Fassung und Entnahme von Bodenluft / Deponiegas
LB 51-00-00	Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser / Schichtenwasser / Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 57-40-00	Biologische Bodenbehandlung in-situ
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 61-00-00	Natural Attenuation
LB 62-00-00	Enhanced Natural Attenuation

LB-AF Nr. Leistungsbereich

34 00 00 Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
34 10 00	Grundwassermonitoring					
34 11 00	Baustelleneinrichtung					
01	Phasennessgerät bereitstellen und vorhalten	Mt	30,00	30,00	30,00	1
02	Phasenabschöpfungssystem (passiv) einbauen, vorhalten und betreiben, einschl. wöchentliche Kontrolle und Leerung	Mt	40,00	40,00	40,00	1
03	Probenahmegerätschaften für GW-Probenahme je Messzyklus an- und abtransportieren	Stck.	50,00	767,00	408,50	2
04	Ein- und Ausbau der Probenahmegerätschaften, Umsetzen von Messstelle zu Messstelle, einschl. Zwischenreinigung	Stck.	10,20	15,00	12,60	2

LB-AF Nr. Leistungsbereich

34 00 00 Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	05	Behälter zum Auffangen des Abpumpwassers je Messzyklus bereitstellen	Stck.	150,00	150,00	150,00	1
	06	Aktivkohlefilter bereitstellen zur Reinigung des abgepumpten Wassers mit Einleitung in Kanalisation, je Messstelle	Stck.	35,00	35,00	35,00	1
34 12	00	Probenahme, Messungen					
	01	Klarpumpen mittels Unterwasser-Motorpumpe bis zum Erreichen konstanter Vor-Ort-Parameter (mind. 15 min.)	Stck.	30,68	55,00	43,15	4
	02	Entnahme von Wasserproben in die für die jeweiligen Untersuchungsparameter erforderlichen Behälter	Stck.	2,00	2,00	2,00	1
	03	Entnahme von Grundwasserproben einschl. Klarpumpen bis zur Konstanz der Vor-Ort-Parameter, Sammeln, Transport und Entsorgung des Pumpwassers, Transport zum Labor	Stck.	95,00	95,00	95,00	1
	04	Entnahme von Grundwasserproben aus Messstellen mittels Tauchpumpe; Messung GW-Stand; Bestimmung phys. Parameter (T, pH, LF, O2)	Stck.	12,00	332,34	57,87	62
	05	Entnahme von Schöpfproben, einschl. Bestimmung der Vor-Ort-Parameter	Stck.	10,00	48,57	27,18	23
	06	Entnahme von Schöpf- und Zapfproben; Bestimmung von Temperatur, pH-Wert, elektr. Leitfähigkeit u. organoleptische Beschreibung	Stck.	10,22	237,75	59,31	13
	07	Entnahme von 24 Stunden-Mischproben mit gleichzeitiger Erfassung von Temperatur, pH-Wert und elektr. Leitfähigkeit	Stck.			63,91 *	
	08	Schichtdickenmessung von aufschwimmenden Phasen	Stck.	10,00	30,70	18,92	5
	09	Grundwasserstandsmessungen an GW-Messstellen	Stck.	2,05	40,00	7,82	17
34 13	00	Sonstiges					
	01	Probentransport eines Messzyklus in ein zertifiziertes Labor	Stck.	45,00	45,00	45,00	1
	02	Entsorgung der abgeschöpften Phase (Heizöl) durch zertifiziertes Entsorgungsunternehmen	m³	130,00	130,00	130,00	1
	03	Entsorgung des kontaminierten Wassers	m³	130,00	130,00	130,00	1
	04	Reinigung der Probenahmegerätschaften mit Entsorgung der Reinigungsflüssigkeiten	Stck.	20,45	51,13	30,68	3
34 14	00	Dokumentation					
	01	Dokumentationsbericht halbjährlich in 10-facher Ausfertigung	Stck.	153,00	875,00	514,00	2
# keine Kostendaten vorhanden							
* Daten aus LB 1997 / 1998							

34.3 Literatur

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV vom 17.09.1999), Bundesgesetzblatt Nr. 36 vom 16.07.1999, S.1554.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG vom 01.03.1999), Bundesgesetzblatt I 1998.

ITVA: Handlungsempfehlung „Nachsorge und Überwachung von sanierten Altlasten“. Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V., Berlin, 2003.

LUA NRW (2000): Anforderungen an die Sanierungsuntersuchung unter Berücksichtigung von Nutzen-Kosten-Aspekten. Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Band 11, Essen, 2000.

LUA NRW: Überwachung, Nachsorge und Eigenkontrolle bei der Altlastenbearbeitung – Ein Leitfaden für die praktische Arbeit in NRW. Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Essen. In Vorbereitung.

Odenaß, M., Roth, A., Simon, S.: Überwachung, Eigenkontrolle und Nachsorge nach BBodSchV. In: Franzius, Wolf, Brandt (Hrsg.): Handbuch der Altlastensanierung (HdA), C. F. Müller-Verlag, Heidelberg, 22. Erg.-Lfg., 2. Aufl., Oktober 2000.

UBA: Entwicklung und Validierung eines länderübergreifenden Handlungsrasters bei der Altlastensanierung auf der Grundlage abgeschlossener Sanierungsmaßnahmen – Handlungsraster Altlastensanierung. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben 103 40 109/04 des Umweltbundesamtes, Texte 11/98 – Band 2, Umweltbundesamt, Berlin, 1998.

UBA: Erarbeitung von Programmen zur Überwachung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben 296 77 816 des Umweltbundesamtes, Texte 96/99, Umweltbundesamt, Berlin, 1999.

UBA: Abschätzung der Restemissionen von Deponien in der Betriebs- und Nachsorgephase auf Basis realer Überwachungsdaten. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben 1471067 des Bundesministeriums Bildung und Forschung (BMBF), Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin, 1999.

34.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

35 Straßen, Wege, Gleise

Dieser Leistungsbereich beschreibt die Erstellung von Straßen, Wegen und Gleisanlagen. Er wird untergliedert in einzelne Kapitel, die sich mit der Herrichtung des Unterbaus, der Erstellung von Frostschutz-, Trag- und Deckschichten, dem Gleisbau und mit der Installation von Verkehrszeichen und -einrichtungen sowie der Durchführung von Kontroll- und Eigenüberwachungsprüfungen befassen.

Die Anforderungen an die zu liefernden Mineralstoffe für den Straßenbau werden in den Technischen Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau (TL Min-StB) und in den Richtlinien zur Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau (RG Min-StB) formuliert. Nach ATV DIN 18315 dürfen nur güteüberwachte Mineralstoffe verwendet werden.

In den aktuellen TL Min-StB 2000 werden die Technischen Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau (Ausgabe 1994) und die Technischen Lieferbedingungen für die verschiedenen industriellen Nebenprodukte und für Recycling-Baustoffe zusammengefasst. Damit ersetzt die aktuelle TL Min-StB die technischen Lieferbedingungen für Schmelzkammergranulat, Steinkohlenflugasche, Hausmüllverbrennungsasche, Stahlwerksschlacken und Recycling-Baustoffe in Tragschichten ohne Bindemittel. Hinweise zur Anwendung der unterschiedlichen Gesteinsgruppen / -körnungen enthalten die entsprechenden Merkblätter der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).

Die Hinweis zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für alle Teilleistungsbereiche zusammenfassend dargestellt.

Literatur

ATV DIN 18315: Verkehrswegebauarbeiten; Oberbauschichten ohne Bindemittel.

ATV DIN 18316: Verkehrswegebauarbeiten; Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln.

ATV DIN 18317: Verkehrswegebauarbeiten; Oberbauschichten aus Asphalt.

ATV DIN 18318: Verkehrswegebauarbeiten; Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen.

ATV DIN 18325: Gleisbauarbeiten.

BGV D33 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“, Ausgabe Oktober 1994, in der Fassung vom April 1998, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

DIN 483: Bordsteine aus Beton.

DIN 485: Gehwegplatten aus Beton.

DIN 1045: Beton und Stahlbeton – Bemessung und Ausführung.

DIN 1053: „Mauerwerk – Rezeptmauerwerk – Berechnung und Ausführung“

DIN 4226-1: Zuschlag für Beton – Zuschlag mit dichtem Gefüge – Begriffe, Bezeichnung und Anforderungen.

DIN 18501: Pflastersteine aus Beton

DIN 18506: Hydraulische Bindemittel für Tragschichten, Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen – Hydraulische Tragschichtbinder.

DIN 19580: Entwässerungsrinnen für Niederschlagswasser zum Einbau in Verkehrsflächen - Klassifizierung, Baugrundsätze, Kennzeichnung, Prüfung und Überwachung.

DIN EN 1341: Platten aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren.

- DIN EN 1342: Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren.
- DIN EN 12591: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an Straßenbaubitumen.
- Hinweise zur Versickerung von Niederschlagswasser im Straßenraum, FGSV 950, 2002.
- Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, FGSV 551, 1997.
- Merkblatt für die Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton, FGSV 823, 1994.
- Merkblatt für die Herstellung von Trag- und Deckschichten ohne Bindemittel, FGSV 633, 1995.
- Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaus im Straßenbau. FGSV 516, 2003.
- Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat (M VAG), FGSV 754, 2000.
- Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflaster und Plattenbelägen, FGSV 618, 1989/1994.
- Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 947, 1998.
- Merkblatt über flächendeckende dynamische Verfahren zur Prüfung der Verdichtung im Erdbau. FGSV 547, 1993.
- Merkblatt zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken, FGSV 828, 1998.
- Richtlinien für den ländlichen Wegebau (RLW), Deutscher Verband für Wasser und Kulturbau (Hrsg.), 1999.
- Richtlinien für Anlage von Straßen (RAS), Teil: Entwässerung, FGSV 439, 1987.
- Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau, (RG Min-StB), FGSV 612, 1993/1996.
- Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln (Hrsg.), 2001.
- Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau (RuA-StB 01), FGSV 642, 2001.
- Tabelle zur Bemessung von Entwässerungsrinnen und –mulden in befestigten Verkehrsflächen (RAS-Ew-Ergänzung), FGSV 539/1, 1987.
- Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat (TL AG-StB 01), FGSV 749, 2001.
- Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau (TL Min-StB 2000), FGSV 613, 2000.
- Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau, FGSV 591, 1999.
- Technische Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau, FGSV 610, 1999.
- Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln, FGSV 822, 1994.
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton (ZTV Beton-StB 01), FGSV 899, 2001.
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken und Plattenbelägen, FGSV 699, 2000.
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege (ZTV LW 99/01), FGSV 975.
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau, FGSV 999, 1995/2002.

Information über Leistungsanbieter

Über die Landesverbände der Bauindustrie kann nach Fachunternehmen für den jeweiligen Tätigkeitsschwerpunkt (Straßenbau, Eisenbahnoberbau etc.) recherchiert werden. Die entsprechenden Adressenlisten sind zumeist auch im Internetportal des jeweiligen Landesverbandes abrufbar (z. B. www.bauindustrie-nrw.de).

35.1 Verkehrszeichen, Verkehrseinrichtungen, Prüfungen

35.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Teilleistungsbereich umfasst Leistungen zur Lieferung und Installation von Verkehrseinrichtungen (z. B. Schilder, Beleuchtung, Fahrbahnmarkierungen) sowie zur Durchführung von Kontrollprüfungen (z. B. nach ZTV Asphalt, ZTV Beton, ZTV LW). Es gelten die jeweils aktuellen Fassungen der Merkblätter, Technischen Vertragsbedingungen und Prüfvorschriften.

Leistungen zur Probenahme im Rahmen der Kontrollprüfungen (z.B. Bohrkerne) werden im Leistungsbereich 11-20-00 beschrieben.

35.1.2 Kostenermittlung

35.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Fahrbahnmarkierungen herstellen	m	
Schutzplanken liefern und installieren	m	
Sichtzeichen, Verkehrszeichen, Schutzeinrichtungen liefern und installieren	Stck.	
Kontrollprüfungen, Eigenüberwachungsprüfungen durchführen	Stck.	

35.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
35 10 00 Verkehrszeichen, Verkehrseinrichtungen, Prüfungen

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
35	11	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Einrichten und Räumen der maßnahmespezifischen Baustelle, Vorhalten der maßnahmespezifischen Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
35	12	00	Fahrbahnmarkierungen, Sichtzeichen, Schutzeinrichtungen					
		01	Bodenrückstrahler	Stck.	#	#	#	0
		02	Fahrbahnmarkierung ZTV-M	m	2,05	5,20	3,69	5
			Längsmarkierung als Breitstrich		#	#	x #	
			Längsmarkierung als Schmalstrich		2,05	5,20	x 1,0	
			Parkverbote		#	#	x #	
			Pfeil		#	#	x #	
			Quermarkierung		#	#	x #	
			Schriftzeichen		#	#	x #	
			Sperrflächen		#	#	x #	
		03	Fahrtrichtungsteiler	Stck.	#	#	#	0
		04	Leitpfosten mit zugelassenen Reflektoren	Stck.	#	#	#	0
		05	Markierungsknöpfe aus PVC, Durchm. 12 cm	Stck.	#	#	#	0
		06	Markierungsnägel aus Leichtmetall	Stck.	#	#	#	0
		07	Markierungsnägel aus Metall	Stck.	#	#	#	0
		08	Reflexbalken aus Kunststoff	Stck.	#	#	#	0
		09	Schutzplanke nach Merkblatt für Schutzplanken und Blendschutzzäune aufstellen	m	#	#	#	0
		10	Schutzplankenabsenkung einschl. der Endausbildung nach dem Merkblatt für Schutzplanken und Blendschutzzäune herstellen	Stck.	#	#	#	0
		11	Schutzplankenabsenkung einschl. der Endausbildung nach dem Merkblatt für Schutzplanken und Blendschutzzäune herstellen, als Zulage zu Aufstellen von Schutzplanken	Stck.	#	#	#	0
35	13	00	Verkehrszeichen, Beleuchtung					
		01	Verkehrszeichen nach Angabe des AG, nach StVO und RAL-Gütegemeinschaft Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen e.V.	Stck.	18,60	431,99	113,66	26
			Gefahrzeichen		#	#	x #	
			Vorschriftzeichen		135,15	431,99	x 2,2	
			Richtzeichen		#	#	x #	
			Zusatzschild		#	#	x #	
			Verkehrseinrichtung		#	#	x #	
			Wegweiser		#	#	x #	
		02	Rohrpfosten	Stck.	#	#	#	0
		03	Rohrständer	Stck.	#	#	#	0
		04	Straßenlaterne antransportieren, aufstellen und anschließen inkl. aller Nebenkosten	Stck.	273,82	531,00	351,25	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich
35 10 00 Verkehrszeichen, Verkehrseinrichtungen, Prüfungen

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
35	14	00	Kontrollprüfungen					
			Eigenüberwachungsprüfungen					
		01	Prüfungen nach:	Stck.	#	#	#	0
			ZTVT-StB		#	#	x #	
			ZTV-LW		#	#	x #	
			ZTV Asphalt		#	#	x #	
			für:					
			Bindemittelgehalt		#	#	x #	
			Druckfestigkeit		#	#	x #	
			Einbaudicke durch Bohrkern		#	#	x #	
			Einbaudicke durch elektromagnetische Verfahren		#	#	x #	
			Eindringtiefe		#	#	x #	
			Erweichungspunkt R und K des zurückgewonnenen Bindemittels		#	#	x #	
			Konsistenz		#	#	x #	
			Korngrößenverteilung		#	#	x #	
			Marshall-Stabilität und -Fließwert		#	#	x #	
			Raumdicke und Hohlraumgehalt		#	#	x #	
			Raumdicke und Hohlraumgehalt der Marshall-Probekörper		#	#	x #	
			Verdichtungsgrad		#	#	x #	
			Verdichtungsgrad		#	#	x #	
			Verformungsmodul		#	#	x #	
		02	Prüfungen nach:	Stck.	#	#	#	0
			ZTV Beton		#	#	x #	
			ZTV-LW		#	#	x #	
			des:					
			Festbetons		#	#	x #	
			Frischbetons		#	#	x #	
			auf:					
			Dicke		#	#	x #	
			Ebenheit		#	#	x #	
			Planmäßigkeit		#	#	x #	
			Rohdicke und Druckfestigkeit		#	#	x #	
		03	Bohrkern entnehmen	Stck.	#	#	#	0
		04	Bohrlöcher verfüllen mit:	Stck.	#	#	#	0
			Beton gleicher Güte		#	#	x #	
			Sand		#	#	x #	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998								

35.2 Unterbau, Oberbauschichten ohne Bindemittel

35.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Teilleistungsbereich umfasst Arbeiten zur Herrichtung des Straßenunterbaus, zur Erstellung von Trag- und Frostschutzschichten aus Kies, Schotter oder Mineralstoffgemischen ohne Bindemittel sowie zur Erstellung ländlicher Wege, ungebundener Wege und Radwege.

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) „Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten ohne Bindemittel“ DIN 18315 gelten für das Befestigen von Straßen und Wegen aller Art, Plätzen, Höfen, Flugbetriebsflächen, Bahnsteigen und Gleisanlagen mit

- Trag- und Deckschichten im Straßenbau,
- Frostschutz- und Planumsschutzschichten für Gleisanlagen.

Die ATV DIN 18315 gilt nicht

- für das Verbessern und Verfestigen des Unterbaus und des Untergrundes,
- für das Herstellen von Gleisbettungen (siehe ATV DIN 18325 “Gleisbauarbeiten”).

Leistungen des Gleisbaus werden im Kapitel 35.6 beschrieben. Arbeiten zur Verbesserung des Untergrundes werden im Leistungsbereich 33-00-00 „Bodenverbesserung“ erfasst.

Für die Herstellung von Tragschichten aus Asphalt gilt die ATV DIN 18317 (s. Kapitel 35.4). Für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln gilt die ATV DIN 18316 (s. Kapitel 35.3).

Der Einbau von Trag-, Frostschutz- und Planumsschutzschichten und Deckschichten ohne Bindemittel hat so zu erfolgen, dass sich das Mineralstoffgemisch nicht entmischt. Jede Lage ist entsprechend dem Verwendungszweck zu verdichten. Die Oberfläche muss ein für die Entwässerung ausreichendes Quergefälle aufweisen. Bei ungebundenen Deckschichten ist die Oberfläche mit bindigem Sand so einzuschlämmen und zu walzen, dass eine geschlossene Oberfläche entsteht. Abweichungen der Oberflächen von der Sollhöhe dürfen bei Deckschichten nicht mehr als 3 cm, bei allen anderen Schichten nicht mehr als 4 cm betragen.

Die Verwendung von RCL-Baustoffen in Tragschichten ist zulässig, wenn die Materialien den TL Min-StB entsprechen.

Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege (ZTV LW 99/01) behandeln Wegebefestigungen ohne Bindemittel, mit hydraulischen Bindemitteln, mit bituminösen Bindemitteln und mit Pflasterdecken. Sie ersetzen gleichzeitig die technischen Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Bodenverfestigungen mit Zement und hochhydraulischem Kalk (TVV-LW 1980). Die ZTV LW 99/01 formuliert die Anforderungen an Schichtdicken und Verdichtungsgrade sowie an die Prüfverfahren im Rahmen der Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen. Sie beschreibt Leistungen zum Entfernen und Wiederherstellen des Oberbaus wie auch zum Verfüllen und Verdichten der Aufgrabungen. Die Richtlinien für den ländlichen Wegebau (RLW 1999) vom Deutschen Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK) beinhalten im Wesentlichen Planungsgrundsätze und Entwurfsgrundsätze.

35.2.2 Kostenermittlung

35.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Nachverdichten der Unterlage	m ²	
Planmäßige Höhenlage, Neigung, Ebenheit herstellen (Planum)	m ²	
Tragschichten mit hydraulischen / bituminösen Bindemitteln herstellen	m ²	
Reinigen von Oberflächen	m ²	
Ungebundene Frostschutz- und Tragschichten herstellen	m ³	m ²
Ungebundene Deckschichten herstellen	m ²	m ³

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Bei Abrechnung nach Flächenmaß werden Aussparungen oder Einbauten bis zu 1 m² Einzelgröße sowie Schienen übermessen.
- Bei Abrechnung nach Raummaß werden nicht abgezogen der eingenommene Raum von Aussparungen oder Einbauten mit einer mittleren Durchdringungsfläche bis zu 1m² Leitungen sowie von Leitungen.

35.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 28-00-00	Kanalinstandsetzung und –sanierung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
35 20 00 Unterbau, Oberbauschichten ohne Bindemittel

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
35 21 00	Unterbau					
01	Planum profilieren und verdichten, Dpr = 100%, Ev2 = 45 MN/m ² Auf- und Abtrag:	m ²	0,36	6,50	1,81	34
	bis 10 cm				x 1,0 *	
	größer 10 cm				x 2,0 *	
02	Grobplanum herstellen aus frostsicherem Material, Schichtdicke 0,30 m	m ²	3,07	9,36	6,00	28
03	Nachverdichten Verdichtungsgrad Dpr	m ²	0,20	1,90	0,75	8
	< 100 %		#	#	x #	
	> 100 %				x 1,0 *	
04	Überschüssigen Boden aufnehmen und besei- tigen	m ³			7,36 *	
35 22 00	Frostschuttschichten erstellen					
01	Frostschuttschicht als 1. Tragschicht aus:	m ³	3,43	23,00	9,85	17
	Kies		#	#	x #	
	Kies-Sand-Gemisch		#	#	x #	
	Sand-Kies-Gemisch				x 1,0 *	
	Sand		#	#	x #	
	Splitt-Brechsand-Gemisch		#	#	x #	
	Schotter-Splitt-Brechsand-Gemisch aus industr. Nebenprodukten		3,43	23,00	x 1,0	
			#	#	x #	
02	Frostschuttschicht (0/56) liefern und abladen verteilen und verdichten	m ³	2,27	33,82	16,95	33
			2,27	33,82	x 1,0	
			2,27	33,82	x 0,8	
03	Frostschuttschicht, 0/32 liefern und einbauen Einbaudicke:	m ²	3,08	7,69	4,02	8
	17 cm		3,08	5,75	x 1,0	
	24 cm		4,46	7,69	x 1,4	
04	Frostschuttschicht, 0/32 liefern und einbauen	t	9,79	14,50	11,98	6
05	Befahrte Tragschicht aus Frostschuttschicht- material herstellen, Einbau in zwei Lagen (d = 25 cm, verdichtet, Dpr = 100%, Ev2≥60MN/m ² , Ev2/Ev1≤ 2,3), inkl. Materiallieferung	m ³	1,35	10,00	4,78	16
35 23 00	Tragschichten erstellen					
01	Mineralstoffgemisch für kombinierte Trag- und Frostschuttschicht 25 cm dick, liefern, einbau- en und verdichten	m ²	4,78	13,80	8,90	7
02	RCL 0/56 für Tragschicht liefern, einbauen und verdichten	m ³	30,68	30,68	30,68	1
03	RCL 0/56 für Tragschicht einbauen und ver- dichten	m ³	4,35	4,35	4,35	1
04	Tragschicht aus Schotter-Splitt-Sand-Gemisch (Körnung 0/16 mm) gem. ZTVT-StB liefern und zur Nachprofilierung beschädigter Fahrbahnbe- reiche als Unterbau verdichtet einbauen (d = 20 cm; Verdichtungsgrad Ev2>150MN/m ² einschl. Prüfung nach ZTVT-StB)	m ²	7,92	28,60	15,28	5
05	Tragschicht aus Schotter-Splitt-Sand-Gemisch (Bauklasse VI) liefern und einbauen, Schichtdi- cke 40 - 50 cm	m ²	8,05	14,90	11,27	17

LB-AF Nr. Leistungsbereich
35 20 00 Unterbau, Oberbauschichten ohne Bindemittel

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	06	Schottertragschicht (DIN 18315; gem. ZTVT-StB) liefern und einbauen; Schichtdicke 15 cm Körnung:	m²	2,86	17,24	5,73	34
		0/32 mm		8,85	17,24	x 1,8	
		0/45 mm		2,90	17,24	x 1,0	
		0/56 mm		#	#	x #	
	07	Schottertragschicht 0/32 mm liefern, profilgerecht einbauen und verdichten, EV2 auf Oberfläche 100 MN/m², Verdichtungsgrad DPr min. 103 v. H., Einbaudicke 20 cm	m²	15,47	27,93	23,94	6
	08	Schottertragschicht 0/32 mm - 0/56 mm (DIN 18315), liefern und einbauen, Randausbildung 1:2, Schichtdicke 30 cm	t	32,22	34,30	33,10	3
	09	Geotextil liefern und unter der Schottertragschicht einbauen	m²	0,73	4,87	1,66	19
	10	Reinigen der Oberflächen von Tragschichten	m²			0,31 *	
35	24	00 Ländliche Wege, Ungebundene Wege, Radwege					
	01	Deckschicht aus Splitt-Sand-Gemisch ZTV-LW	m²	0,51	2,20	1,23	6
	02	Deckschicht ohne Bindemittel	m³			57,52 *	
		einrütteln				x #	
		einschlämmen				x #	
		einwalzen				x #	
	03	Oberflächenbehandlung der ungebundenen Deckschicht	m²	#	#	#	0
	04	Schotterrasen liefern, einbauen und verdichten aus Splitt-Sand, d = 0,04 m	m²	0,01	5,50	2,83	15
	05	Schotter-Splitt-Sandgemisch 0/56 und Deckschicht 0/16 liefern und als ungebundene Zuwegung zu einem Haus einbauen	m²	8,46	15,28	11,35	7
	06	Prov. Gehweg aus Holz (Dielenbeläge; Breite 1-1,5 m; einschl. Anrampungen) liefern, herstellen, vorhalten, warten und wieder rückbauen	m	36,85	154,30	70,20	5
	07	Prov. Geh- und Radweg (b = 4 m) als bauzeitliche Ausweichstrecke auf Trennvlies herstellen, betreiben und unterhalten inkl. Kennzeichnung und Beleuchtung; einschl. Transportvorgänge, Erdarbeiten, Tragschicht nach Wahl	m²	0,05	8,96	4,19	5
	08	Unterbau eines bauzeitlich rückgebauten Geh- und Radweges wiederherstellen auf ursprüngliches Niveau; lagenweise verdichteter Einbau des zwischengelagerten Materials inkl. aller Transportvorgänge	m²	6,06	13,94	9,00	6
	09	Schwarzdecke (d = 5 cm) zur Wiederherstellung eines rückgebauten Geh- und Radweges aufbringen, inkl. Lieferung des Materials, fachgerechter Einbau und Anschluss an vorh. Schwarzdecke	m²	5,73	41,98	19,49	6
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

35.3 Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln

35.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die ATV „Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln“ - DIN 18316 - gilt für das Befestigen von Straßen und Wegen aller Art, Plätzen, Höfen, Flugbetriebsflächen, Bahnsteigen und Gleisanlagen mit Tragschichten und Decken.

Die ATV DIN 18316 gilt nicht

- für das Verbessern und Verfestigen des Unterbaus und des Untergrundes.

Hydraulisch gebundene Tragschichten können als Verfestigungen, Betontragschichten oder als hydraulisch gebundene Tragschichten ausgeführt werden. Verfestigungen werden aus geeigneten Baustoffen durch Einmischen von hydraulischen Bindemitteln hergestellt. Sie müssen eine Mindestdicke von 10 cm aufweisen. Betontragschichten werden aus Beton der Güte B 10 nach DIN 1045 hergestellt (Mindestanforderung). Sie dürfen eine Dicke von 6 cm nicht unterschreiten. Hydraulisch gebundene Tragschichten werden aus kornabgestuftem Mineralstoffgemisch unter Zugabe von hydraulischen Bindemitteln und Wasser hergestellt. Sie müssen eine Mindestdicke von 9 cm aufweisen.

Betondecken werden aus Beton der Güte B 25 nach DIN 1045 mit oder ohne Bewehrung hergestellt. Sie sind mit Fugen herzustellen. Betondecken müssen eine Gesamtdicke von mindestens 10 cm aufweisen.

35.3.2 Kostenermittlung

35.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Betondecke herstellen	m ²	
Bewehrung liefern und einbauen	m ²	t
Fugen und Fugenverguss herstellen	m	
Verdübelung / Verankerung herstellen	m	Stck.
Nachbehandlung der Oberfläche	m ²	

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Bei Abrechnung nach Flächenmaß werden Aussparungen oder Einbauten bis zu 1 m² Einzelgröße sowie Fugen und Schienen übermessen.
- Bei Abrechnung von Bewehrung nach Flächenmaß werden Überdeckungen nicht berücksichtigt.
- Bei Abrechnung von Fugen nach Längenmaß werden Durchdringungen der Fugen übermessen.

35.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 28-00-00	Kanalinstandsetzung und –sanierung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
35 30 00 Oberbauschichten hydraulisch gebunden

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
35 31 00	Tragschichten					
01	Betontragschicht ZTVT-StB einschl. Schalung	m²			19,48 *	
02	Baustrasse aus Stahlbetonplatten	m²	7,26	28,71	17,00	6
35 32 00	Deckschichten					
01	Fahrbahndecken aus Ort beton	m²	10,50	68,49	30,97	7
02	Fahrbahndecken aus Betonfertigteilen	m²	#	#	#	0
	ohne Montageöffnungen		#	#	x #	
	mit Montageöffnungen		#	#	x #	
03	Vorhandene Betondecke aus Fertigteilen aufnehmen, seitlich lagern und wieder einbauen	m²	#	#	#	0
	ohne Montageöffnungen		#	#	x #	
	mit Montageöffnungen		#	#	x #	
04	Vorhandene Bettung aufnehmen	m²			5,27 *	
	aus:					
	Sand				#	
	Sand-Splitt-Gemisch				#	
	bituminöser Schicht				#	
	hydraulischer Schicht				#	
35 33 00	Bewehrung					
01	Stahleinlagen in Betondecke		#	#	#	0
	ZTV Beton 91					
02	Stahleinlagen in Betondecke aus Betonstahlmatten BSt 500 M DIN 488 T 1		#	#	#	0
	Einbau:					
	einlagig		#	#	x #	
	zweilagig		#	#	x #	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

35 30 00 Oberbauschichten hydraulisch gebunden

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
35 34 00		Oberflächenbehandlung von Betondecken					
	01	Betondecke vorbehandeln		#	#	#	0
	02	Oberflächenbehandlung der Betondecke durch Imprägnieren gem. Merkblatt für die Erhaltung von Betonstraßen (MEB) Anhang I u. Merkblatt Anwendung von Reaktionsharzen im Betonbau		#	#	#	0
	03	Oberflächenbehandlung der Betondecke durch Versiegeln nach Merkblatt Anwendung von Reaktionsharzen im Betonbau		#	#	#	0
	04	Oberflächenbehandlung der Betondecke durch Beschichten gem. MEB Anhang III und Merkblatt Anwendung von Reaktionsharzen im Betonbau		#	#	#	0
	05	Abgesandete Beschichtung überrollen		#	#	#	0
35 35 00		Zementschotterdecken					
	01	Sauberkeitsschicht als Unterlage für Zement-schotterdecken		#	#	#	0
	02	Zementschotterdecke, Druckfestigkeit mind. 20 MN/m ²		#	#	#	0
35 36 00		Dübel, Anker für Betondecken (ZTV Beton)					
	01	Dübel mit Beschichtung in Betondecken		#	#	#	0
	02	Anker in Betondecken		#	#	#	0
	03	Dübel in vorhandene Betondecke einbauen einschl. Bohren der Löcher		#	#	#	0
	04	Anker in vorhandene Betondecke einbauen einschl. Bohren der Löcher		#	#	#	0
35 37 00		Fugen, Aussparungen					
	01	Fugen in Betontragschicht ausbilden als:	m	20,70	52,02	36,36	4
		Scheinfuge		20,70	52,02	x 1,0	
		Längsscheinfuge		20,70	52,02	x 1,0	
		Preßfuge		#	#	x #	
		Raumfuge		#	#	x #	
	02	Fuge in Betondecken, ZTV Beton		#	#	#	0
	03	Raumfuge in Betondecken, ZTV Beton		#	#	#	0
	04	Längs- und Quertuge in Betondecken instand-setzen		#	#	#	0
	05	Beschädigte Fugenkante der Betondecke wie-derherstellen nach Merkblatt für die Erhaltung von Betonstraßen (MEB), Anhang II	m	7,48	29,98	18,73	2
	06	Fuge mit Zementmörtel instandsetzen		#	#	#	0
	07	Fuge mit Reaktionsharzmörtel instandsetzen		#	#	#	0
	08	Aussparungen in Betontragschicht herstellen und schließen		#	#	#	0
	09	Hohlraum an Anschluss füllen		#	#	#	0
	10	Riss in Betondecke instandsetzen		#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

35.4 Oberbauschichten mit bituminösen Bindemitteln

35.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die ATV „Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten aus Asphalt“ - DIN 18317 - gilt für das Befestigen von Straßen und Wegen aller Art, Plätzen, Höfen, Flugbetriebsflächen, Bahnsteigen und Gleisanlagen mit

- Tragschichten
- Tragdeckschichten
- Binderschichten
- Deckschichten oder Oberflächenschutzschichten
- sowie für Deckschichten auf Brücken.

Die ATV DIN 18317 gilt nicht

- für das Verbessern und Verfestigen des Unterbaus und des Untergrundes,
- für das Herstellen von Schichten mit pechhaltigen Ausbaustoffen,
- für das Herstellen von Schutzschichten aus Gussasphalt auf Bauwerksabdichtungen und wasserdichten Belägen aus Gussasphalt bzw. für Gussasphalt und Dichtungsschicht nach ATV DIN 18354 „Gussasphaltarbeiten“,
- für das Herstellen von Estrichen nach ATV DIN 18354 „Gussasphaltarbeiten“.

Asphaltoberbau besteht aus Mineralstoffgemischen unterschiedlicher Zusammensetzung (Füller, Natursand, Brechsand, Kies, Splitt) und Bindemitteln (Bitumenemulsion, Straßenbaubitumen, Fluxbitumen, Zusätze). Unter Berücksichtigung der Vorgaben zu Verwendungszweck, Verkehrsmengen und -arten, klimatischen Einflüssen und örtlichen Verhältnissen sowie der Anforderungen an die fachgerechte Ausführung entsprechend der geltenden Regelwerke bleibt die Zusammensetzung des Asphalts dem Auftragnehmer überlassen.

Asphalt ist so einzubauen, dass er sich nicht entmischt. Die einzelnen Schichten und Lagen sind ausreichend zu verdichten, die Oberfläche der Deckschichten muss eine ausreichende Rauheit aufweisen. Tragdeckschichten dürfen eine Mindestdicke von 5 cm, Binderschichten von 3 cm und Deckschichten von 1,5 cm nicht unterschreiten.

Die Verwendung von Asphaltgranulat und wiederaufbereiteten (Recycling-) Stoffen ist zulässig, wenn sie den Anforderungen der TL Min-StB bzw. der DIN 4301 „Eisenhüttenschlacke und Metallhüttenschlacke im Bauwesen“ entsprechen.

35.4.2 Kostenermittlung

35.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Tragschichten, Tragdeckschichten, Binder- und Deckschichten herstellen	m ²	t
Oberflächenbehandlung, Bindemittel aufsprühen	m ²	
Reinigen von Oberflächen	m ²	
Fugenherstellung und –verguss	m ²	

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Bei Abrechnung nach Flächenmaß werden Aussparungen oder Einbauten bis zu 1 m² Einzelgröße sowie Fugen und Schienen übermessen.

35.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 28-00-00	Kanalinstandsetzung und –sanierung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
35 40 00 Oberbauschichten bituminös gebunden

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
35	41	00 Bituminöse Tragschichten					
		01 Bituminöse Tragschicht	m²	7,49	57,37	24,78	35
		ZTV-LW		#	#	x #	
		ZTVT-StB		8,00	45,90	x 1,1	
		02 Asphalttragschicht 0/32 liefern und herstellen für Verkehrsflächen der Bauklasse IV	m²	10,00	48,30	19,67	17
		03 Asphalttragschicht 0/22, B 80, d = 4 cm, liefern und einbauen	m²	4,14	5,40	4,78	4
		04 Asphalttragschicht 0/22 liefern und herstellen, Dicke ca. 10 cm	m²	6,52	34,77	10,60	17
		B 80		6,52	15,34	x 1,0	
		B 65		20,45	34,77	x 2,2	
35	42	00 Bituminöse Deck- und Binderschichten					
		01 Asphaltbinderschicht ZTV Asphalt	m²	6,36	25,56	13,53	12
		02 Asphaltbetondeckschicht (Heißeinbau)	m²	3,90	100,11	15,41	47
		03 Splittmastixasphalt ZTV Asphalt	m²	3,78	15,00	7,23	15
		04 Gussasphaltdeckschicht ZTV Asphalt	t			342,57 *	
		05 Gussasphalt ZTV Asphalt	t	#	#	#	0
		06 Asphaltmastixdeckschicht	m²	#	#	#	0
		ZTV Asphalt					
		07 Asphaltmastix ZTV Asphalt	m²	#	#	#	0
		08 Bituminöse Tragdeckschicht	m²	5,80	25,10	14,93	43
35	43	00 Bituminöse Schlämme					
		01 Bituminöse Schlämme aufbringen, Mineralstoffgemisch 0/22 mm	m²	#	#	#	0
		gemäß ZTV Asphalt		#	#	x #	
		incl. Vorbehandlung		#	#	x #	
		auf Schadstellen		#	#	x #	
		auf Betondecken		#	#	x #	
		Trockenmasse:					
		1,5 kg/m²		#	#	x #	
		bis 3 kg/m²		#	#	x #	
		bis 5 kg/m²		#	#	x #	
35	44	00 Oberflächenbehandlung					
		01 Bituminöses Bindemittel aufsprühen einschl. vorheriger Reinigung der verschmutzten Unterlage	m²	1,05	4,20	3,11	8
		0,4 kg/m²		1,05	4,20	x 1,0	
		1 kg/m²		#	#	x #	
		02 Haftkleber aufsprühen, 0,3 kg/m²	m²	1,79	4,79	3,10	6
		03 Trennschicht aufbringen aus	m²	#	#	#	0
		ölgetränktes Papier		#	#	x #	
		Folien, Dicke 0,1 mm		#	#	x #	
		Glasvlies 40 bis 50 g/m²		#	#	x #	
		Glasfasergittergewebe		#	#	x #	
		04 Verschmutzte bituminöse Fläche säubern	m²	0,46	12,78	3,30	10
		05 Oberflächensplitt zur Straßenausbesserung liefern und einbauen	t	40,71	293,29	167,00	2
35	45	00 Fugen, Ränder, Nähte					
		01 Fuge beim Herstellen der bituminösen Schicht anlegen	m	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

35 40 00 Oberbauschichten bituminös gebunden

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	02	Fuge in bituminöser Schicht nachträglich mit zwangsgeführten Fugenschneider herstellen und ausräumen	m	0,51	5,70	3,35	8
	03	Riss in bituminöser Schicht als Fugenspalt auffräsen und ausräumen	m			4,00 *	
	04	Naht in bituminöser Deckschicht mit zwangsgeführten Fugenschneider als Fugenspalt auffräsen und ausräumen	m	#	#	#	0
	05	Fuge in bituminöser Schicht füllen	m	0,51	6,50	3,05	8
	06	Gerade Abbruchkanten herstellen	m	7,48	29,98	14,78	8
	07	Bituminöses Fugenband liefern und verlegen	m	2,10	16,36	8,36	9
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

35.5 Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen und Sonderbauweisen

35.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die ATV DIN 18318 „Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen“ gilt für das Befestigen von Straßen und Wegen aller Art, Plätzen, Höfen, Flugbetriebsflächen, Bahnsteigen und Gleisanlagen mit Pflaster und Platten sowie für das Herstellen von Einfassungen und Rinnen. Sie gilt zudem für das Befestigen solcher Flächen mit Naturwerkstein, Betonwerkstein und Klinkerplatten.

Als Bettungsmaterial kommen Sand, Kiessand, Brechsand, Splitt oder Zementmörtel (Mörtelgruppe III nach DIN 1053-1) zum Einsatz. Als Fugenmaterial können ungebundene Materialien (Sand, Kiessand, Brechsand, Splitt), schlämbare oder gießfähige Zementmörtel, Kalkmörtel oder bituminöse Fugenvergussmassen verwendet werden.

Die Wahl des Bauverfahrens und –ablaufs sowie die Wahl und der Einsatz von Baugeräten bleibt dem Auftragnehmer überlassen, sofern keine Vorgaben seitens des Bauherrn bestehen. Die erforderlichen Querneigungen betragen bei Pflasterdecken aus Naturstein 3 %, bei Pflasterdecken aus Betonstein, Schlackenstein und Straßenklinker 2,5 % und bei Plattenbelägen 2,0 %. Rinnenbahnen sind mit einem Längsgefälle von 0,5 % auszuführen.

35.5.2 Kostenermittlung

35.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Pflasterdecken und Plattenbeläge herstellen	m ²	
Bettungsmaterial liefern und einbauen	m ³	
Bord- und Einfassungssteine liefern und einbauen	m	
Steine, Platten zuschneiden oder nacharbeiten	Stck.	

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt (Auszug):

- Einzelflächen unter 0,5 m² werden als 0,5 m² abgerechnet.
- Fugenverguss und Fugenfüllung von Pflasterdecken und Plattenbelägen werden nach der Fläche des Belags abgerechnet.
- Bei der Abrechnung werden übermessen:
 - Randfugen zwischen Pflasterdecke und Plattenbelag und Einfassung z. B. Bordstein, Schiene;
 - Fugen innerhalb der Pflasterdecke oder des Plattenbelags und Stoßfugen zwischen den einzelnen Bordsteinen oder Einfassungssteinen;
 - Schienen, wenn beidseitig die gleiche Befestigungsart an die Schienen herangeführt ist;
 - in der befestigten Fläche liegende oder in sie hineinragende Aussparungen oder Einbauten bis einschließlich 1 m² Einzelgröße, z. B. Schächte, Schieber, Maste, Stufen.
- Aussparungen oder Einbauten über 1 m² Einzelgröße werden abgezogen; wenn sie in verschiedenen Befestigungsarten liegen, werden sie anteilig abgezogen.

35.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 28-00-00	Kanalinstandsetzung und –sanierung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

35 50 00 Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen und Sonderbauweisen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten-
			min	max	mittel	anzahl
35 51 00	Pflasterdecken					
01	Pflasterdecken aus Betonsteinen	m ²	5,67	29,90	20,82	5
02	Pflasterdecken aus Klinkern nach Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflaster- und Plattenbelägen	m ²	5,67	29,90	22,27	5
	Verlegung:					
	mit Fuge		#	#	x #	
	engfugig		5,67	29,90	x 1,0	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

35 50 00 Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen und Sonderbauweisen

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
03	Pflasterdecken aus Naturstein liefern und verlegen als: Kleinpflaster Großpflaster Bettung: Kiessand 0/4 mm Recycling Baustoffe RAL-RG 501/1 Splitt Brechsand-Splitt-Gemisch Mörtel Pflasterfugen: einschlämmen verfüllen einfegen vergießen Anschlussarbeiten: inkl. erforderliche Rand- und Abschlusssteine Anpassen an Einbauten und Begrenzungen Verlegungsart: Vorhandenes Pflaster aufnehmen und wieder verlegen neu anliefern und verlegen	m²	15,74 16,60 15,74 15,74 # # # # 20,75 15,74 # 20,75 # # 16,60 16,60 16,60	116,57 116,57 40,90 56,60 # # # # 116,57 116,57 # 57,47 # 57,47 116,57 56,60	35,40 x 1,25 x 1,0 x 1,0 x # x # x # x # x 1,3 x 1,25 x # x 1,0 x # x 1,1 x 1,25 x 1,0	28
04	Pflasterfugen von vorhandenen Pflasterdecken reinigen und füllen	m²	#	#	#	0
05	In Sandbettung liegendes Pflaster umsetzen, Steine reinigen und unbrauchbare Stoffe beseitigen	m²	#	#	#	0
06	Markierungen in Pflasterflächen einarbeiten	m²	#	#	#	0
07	Einlegearbeiten in Pflasterflächen mit Natursteinen	m²	#	#	#	0
08	Pflasterstreifen nach Merkblatt für Flächenbefestigung mit Pflaster- und Plattenbelägen	m²	#	#	#	0
09	Anschlussarbeiten für Pflasterdecken als Zulaufe	m²	#	#	#	0
10	Verbund- und Doppelverbundpflaster liefern, DIN 18501, Dicke = 8 cm, anthrazit	m²	12,78	20,45	16,02	6
11	Beton-Verbundpflaster (10 x 10 cm), aufnehmen, seitlich lagern, nach Bodenaushub und Wiederverfüllung fachgerecht setzen	m²	41,42	41,42	41,42	1
35 52 00	Plattenbeläge					
01	Platten nach Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflaster- und Plattenbelägen aus: Betonplatten DIN 485 Natursteinplatten Bettung: Kiessand 0/4 mm Recycling Baustoffe RAL-RG 501/1 Splitt Brechsand-Splitt-Gem. Mörtel	m²	5,67 5,67 # 5,67 # # # # #	39,88 28,50 # 28,50 # # # # #	19,61 x 1,0 x # x 1,0 x # x # x # x # x #	11

LB-AF Nr. Leistungsbereich

35 50 00 Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen und Sonderbauweisen

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	Plattenfugen:					
	einschlämmen		5,67	28,50	x 1,0	
	verfüllen		#	#	x #	
	einfegen		#	#	x #	
	vergießen		#	#	x #	
	Anschlüsse:					
	an Einbauten und Begrenzungen herstellen		5,67	28,50	x 1,0	
02	In Sandbettung liegenden Plattenbelag umsetzen, Platten reinigen u. unbrauchbare Stoffe beseitigen	m²			9,15 *	
03	Anschlussarbeiten für Plattenbeläge als Zulage		#	#	#	0
04	Fußweg (Betonplatten) wiederherstellen	m²	17,84	65,50	34,90	3
05	Basaltin-Gehwegplatten liefern, DIN 485, Form A, Größe 300, Dicke = 6 cm	m²	11,36	34,80	18,03	6
35 53 00	Sonderbauweisen					
01	Holzpflaster	m²	#	#	#	0
	aus:					
	Kiefer		#	#	x #	
	Eiche		#	#	x #	
	Holzschutzmittel:					
	Kesseldrucktränkung		#	#	x #	
	DIN 68 800 Teil 3					
	Prüfprädiat P		#	#	x #	
	gemäß IfBt-Verzeichnis					
	Prüfprädiat IV		#	#	x #	
	gemäß IfBt-Verzeichnis					
02	Kieselpflaster, Feldsteinpflaster, Pflaster aus gespaltenen Natursteinen	m²	#	#	#	0
	aus:					
	Flusskiesel		#	#	x #	
	Seekiesel		#	#	x #	
	gesp. Natursteinen		#	#	x #	
03	Lose Kiesschüttung	m²	#	#	#	0
	aus:					
	Flusskies		#	#	x #	
	Grubenkies		#	#	x #	
	Seekies		#	#	x #	
35 54 00	Einfassungen errichten					
01	Bordstein aus Beton	m	11,06	74,14	21,23	42
02	Bordstein aus Naturstein	m			48,57 *	
03	Vorhandene Borde höhen- und fluchtgerecht ausrichten	m	#	#	#	0
	Bordsteine aus:					
	Beton DIN 483		#	#	x #	
	Naturstein DIN 482		#	#	x #	
04	Bordsteinsichtfläche stocken	m	#	#	#	0
05	Bordsteinsichtfläche reinigen	m	#	#	#	0
06	Borde winkeligerecht nacharbeiten	m	#	#	#	0
07	Beschädigte Steine nacharbeiten	Stck.	#	#	#	0
08	Höhe des Bordsteins verringern	m	#	#	#	0
09	Bordsteinkopf abrunden	Stck.	#	#	#	0
10	Bordsteinpassstücke für Ausbesserungsarbeiten herstellen	Stck.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

35 50 00 Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen und Sonderbauweisen

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	11	Einfassungen aus Beton-Fertigteilen aus: Beton-Kantensteinen U-Steinen L-Steinen Palisadensteinen Stuttgarter - Mauerscheiben Klinkerrandsteine in Betonschalen	m	12,30 # # # # # 12,30	44,57 # # # # # 44,57	33,74 x # x # x # x # x # x 1,0	5
	12	Randbefestigungen (Beton) liefern und einbauen Rasenkantsteine Randsteine Tiefborde	m	5,67 6,06 6,50 5,67	48,32 29,93 48,32 34,06	15,74 x 1,0 x 1,2 x 1,1	53
	13	Kies-Sand-Gemisch als Bettungsmaterial (Körnung 0/16) liefern und einbauen	m³	18,80	47,04	30,13	5
	14	Beton für Rückenstütze der Borde liefern und einbauen	m³	58,80	146,93	102,26	11
	15	Randbord aus Ortbeton B 35 herstellen, Mindestbewehrung BSt 500S, mit Köchern zur späteren Zaunmontage, Dehnfugen im Abstand von 5 m Breite x Höhe: 20 x 60 cm 20 x 75 cm	m	16,85 16,85 21,89	100,21 82,83 100,21	51,99 x 1,0 x 1,1	14
	16	Winkelbord aus Ortbeton B 35 herstellen, Mindestbewehrung BSt 500S, mit Köchern zur späteren Zaunmontage, Dehnfugen im Abstand von 5 m, B x H = 50 x 75 cm, Wandstärke 20 cm	m	35,58	212,19	92,67	7
	17	Blockstufe liefern und setzen	Stck.	#	#	#	0
	18	Winkelstufe liefern und setzen	Stck.	#	#	#	0
	19	Keilstufe liefern und setzen	Stck.	#	#	#	0
	20	Stufe aus Platten liefern und setzen	Stck.	#	#	#	0
	21	Stufe aus Betonfertigteilen liefern und setzen	Stck.	#	#	#	0
	22	Stufe aus Naturstein liefern und setzen	Stck.	#	#	#	0
35	55	00 Straßeneinbauten liefern und setzen					
	01	Auflagerring abnehmen		#	#	#	0
	02	Straßenabläufe nach DIN 4052 liefern und einbauen, inkl. Anschlussleitungen	Stck.	134,38	820,00	314,08	19
	03	Straßenablauf aus Betonfertigteilen nach DIN 4052 ohne Aufsatz liefern und einbauen, Fugen mit Mörtel MG III, DIN 1053, dicht verfüllen, 10 cm Fundamentbeton B 25, Aushubtiefe 1,0 - 2,0 m uGOK	Stck.	144,95	189,79	163,56	4
	04	Straßenabläufe (Trumme) aus Stahlbetonfertigteilen liefern und einbauen, inkl. Aufsatz 300 x 500 mm Klasse C	Stck.	245,42	611,51	377,78	6
	05	Aufsatz für Straßenablauf nach DIN 1213 liefern und einbauen, Rinnenform, 500 x 500 Klasse D, mit Begurahmen, verzinkter Eimer DIN 4052, Form A4	Stck.	124,12	161,01	136,11	4
	06	Straßenabläufe ausbauen, zwischenlagern und wieder einbauen	Stck.	33,34	299,96	126,93	11
	07	Muldenrinnen aus Muldenprofilen liefern und herstellen, Format 50 x 50 cm, gefällegerecht auf 20 cm Fundamentbeton aus B 15	m	14,91	43,46	25,91	13

LB-AF Nr. Leistungsbereich

35 50 00 Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen und Sonderbauweisen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
08		Entwässerungsrinne aus Betonformsteinen Bettung in Beton B 15 Mörtel MG III	m	10,98	21,03	16,08	6
09		Entwässerungsrinne einschl. Anschlussstück an Grundleitung und Rostabdeckung liefern und einbauen zur Oberflächenentwässerung einer Zufahrtsrampe (B = 16 cm; T = 15-35 cm) einschl. aller Nebenarbeiten	m	47,87	263,14	163,45	7
10		Kontrollschacht herstellen, Schachtsohle aus Ortbeton B 25 min. 20 cm, Schachtunterteil aus Mauerwerk, Schachtoberteil aus Betonfertigtei- len incl. Steigeisen	Stck.	397,61	2.415,85	957,91	14
11		Hofablauf	Stck.	#	#	#	0
12		Hydrant-/Schieberkappe	Stck.	#	#	#	0
13		Kastenrinne auf Betonfundament verlegen	m			76,69 *	
14		Schachtabdeckung	Stck.			230,08 *	
15		Schachtrost	Stck.	#	#	#	0
16		Stemmarbeiten an Mauerwerk		#	#	#	0
17		Straßenkappe inkl. Tragplatte DIN 19720	Stck.	13,17	220,00	73,71	6
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

35.6 Gleisbau

35.6.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die ATV DIN 18325 „Gleisbauarbeiten“ gilt für das Herstellen von Gleisanlagen und für Arbeiten an Gleisanlagen (Gleise, Weichen, Bettung).

Die ATV DIN 18325 gilt nicht

- für die bei Gleisbauarbeiten auszuführenden Erdarbeiten, Frostschutz- und Planumsschutzschichten (s. Kapitel 35.2),
- für die Befestigung von Verkehrswegen (s. Kapitel 35.2-35.5).

Arbeiten im Gleisbereich erfordern besondere Schutz- und Sicherungsmaßnahmen. Dies gilt insbesondere bei Arbeiten an oder neben befahrenen Gleisen sowie im Bereich von Oberleitungen. Es sind die technischen Regeln und die Unfallverhütungsvorschriften der Fachdienste der Deutschen Bahn AG oder anderer Gleisstreckenausbauer zu beachten. Sicherungsmaßnahmen zum Schutz vor Gefahren aus dem Bahnbetrieb sind vom Auftraggeber durchzuführen. Sicherungsmaßnahmen zum Schutz vor Gefahren aus dem Straßenverkehr obliegen dem Auftragnehmer. Vom Auftragnehmer gestellte Sicherungsposten müssen vom Auftraggeber zugelassen sein.

35.6.2 Kostenermittlung

35.6.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Bettungsmaterial liefern und einbauen	m ³	t
Gleise / Schienen liefern und einbauen	m	
Gleisschwellen liefern und einbauen	Stck.	
Weichen, Kreuzungen, Kreuzungswweichen liefern und einbauen	Stck.	m
Kleineisenteile liefern und einbauen	Stck.	m

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt (Auszug):

- Bei der Berechnung des Gewichtes ist bei deutschen genormten Stählen das Gewicht nach DIN-Nomen (Nenngewicht), bei anderen Stählen das Gewicht nach dem Profilbuch des Herstellerwerkes zugrunde zu legen.
- Das Gewicht wird ermittelt bei
 - Bettungsstoffen und Bettungsrückständen durch Wiegen,
 - Schienen durch Berechnen,
 - Weichen, Kreuzungen und Kreuzungswweichen (jeweils ohne Schwellen) durch Wiegen,
 - Kleineisenteile durch Wiegen oder Berechnen.
- Das Raummaß
 - von Bettungsstoffen und Bettungsrückständen wird beim Auf- und Abladen in loser Menge,
 - der eingebauten Bettung wird im verdichteten Zustand ermittelt.
- Die Gleislänge wird in Gleisbögen im Außenstrang gemessen. Die Leistungslänge bei Weichehn, Kreuzungen und Kreuzungswweichen wird begrenzt durch Zungenstöße bzw., soweit vorhanden, durch äußere Herzurückstöße.
Bei Weichenschwellen wird deren Länge gemessen.

35.6.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 28-00-00	Kanalinstandsetzung und –sanierung

LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr.

35 60 00 Gleisbau

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
35 61 00	Planum herstellen					
01	Gleis- und Weichenplanum herstellen, mit vorschriftsmäßigem Gefälle versehen, planieren und verdichten	m ²	0,87	4,68	1,76	11
35 62 00	Planumsschutzschicht					
01	Mineralgemisch 0 - 45 mm liefern	m ³	14,39	22,63	18,09	11
02	Mineralgemisch 0 - 45 mm aufnehmen, transportieren, einbauen und verdichten, Schichtdicke ca. 50 - 80 cm	m ³	4,54	26,70	11,46	11
35 63 00	Schotterbett herstellen					
01	Gleisschotter frei Verwendungsstelle liefern	m ³	20,61	37,53	28,85	11
02	Schotterbett herstellen und verdichten, d = 30 cm	m ²	2,41	5,03	3,24	11
35 64 00	Gleisjoche					
01	Vorhandene Gleisjoche umarbeiten, Gleisjoche vom Legerplatz aufnehmen, seitlich absetzen, Schienen lösen, Schwellen auf neuen Abstand ca. 67 cm verschlagen, Schienen mechanisch auf Länge schneiden, inkl. sämtliche Eisenkleinteile	m	14,58	36,99	26,12	11
02	Aufgearbeitete Joche aufnehmen, verladen, transportieren, entladen und auf vorh. Schotterbett auslegen und ausrichten, Schienenstöße prov. verlaschen	m	8,23	29,87	16,99	11
35 65 00	Gleisschwellen					
01	Holzschwellen liefern und einbauen	Stck.	52,08	88,54	71,36	11
35 66 00	Weichen					
01	Vorhandene Weiche EW-S 54-140-1:7/H-K umarbeiten, aufnehmen, Befestigungen lösen, defekte Weichenschwellen ausbauen, neue Schwellen einbauen unter Einhaltung der erforderlichen Spurweite, inkl. sämtliche Eisenkleinteile	Stck.	1.569,77	8.722,38	4.210,00	11
02	Aufgearbeitete Weiche aufnehmen, verladen, transportieren, entladen und auf vorh. Schotterbett auslegen, ausrichten und Schienenstöße prov. verlaschen	Stck.	724,74	2.753,97	1.312,52	11
35 67 00	Sonstige Arbeiten					
01	Bettungsstabilisierung, Gleis und Weiche von Hand stabilisieren, einschließlich Vorkopfverdichtung, Gleisbettung von Hand profilieren, Regelbettquerschnitt herstellen, inkl. Materiallieferung	m	20,93	43,08	28,60	11
02	alte Schienenstoßschweißung S 49 bzw. S 54 schälen (Thermit)	Stck.	15,84	42,46	32,15	10

LB-AF Nr.

35 60 00 Gleisbau

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Schienenstoßschweißung Form S 48 bzw. S 54 als elektrische Lichtbogenschweißung, provisorische Laschen abnehmen, Hakenschrauben der Rippenplatten lösen, Stoß ausrichten, ausreichend vorwärmen und verschweißen, Fahrkante und Oberfläche sauber abgleichen und schleifen	Stck.	81,50	119,80	97,39	11
04	Spannungsausgleich, künstl. Wärme, K-Bau Befestigung lösen, Schienen anheben und mit Kunststoffhämmern anschlagen, Befestigung wieder verspannen	m	2,31	4,40	2,93	11
05	Gleis und Weichengleis von Hand nachstopfen nach ausreichender Befahrung	m	10,22	33,82	22,51	11
06	Weichentrageisen liefern und einbauen	Stck.	404,64	1.492,14	716,36	11
07	Weichentrageisen mit Stellbock und Bockstange, einschl. Befestigungsmaterial zur Einbaustelle transportieren und einbauen	Stck.	113,20	546,77	303,46	11
08	Umstellvorrichtung überholen, alle Weichenteile reinigen und montieren, Weiche säubern und schmieren	Stck.	326,29	2.066,04	726,75	11
09	Weichengrenzzeichen liefern und einbauen	Stck.	37,64	58,15	46,83	11
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

Rückbau – Allgemeine Hinweise

Planung von Rückbauarbeiten

Als Grundlage für eine detaillierte und qualifizierte Leistungsbeschreibung ist im Vorfeld der Baumaßnahme eine Rückbauplanung in Form eines Rückbaukonzeptes zu erarbeiten. Durch die systematische Erkundung des Abbruchobjektes und die Dokumentation nachgewiesener Kontamination oder Gefahrstoffe kann eine geordnete Kreislaufführung gewährleistet werden. Dazu werden bereits im Rückbaukonzept detaillierte Angaben zur Entfernung von Schadstoffen und zur Separierung der unterschiedlichen Baustoffarten gemacht. Ebenso sind im Rückbaukonzept bereits Aspekte der Arbeitsvorbereitung und der Baustelleninfrastruktur zu berücksichtigen. Die Kapazitäten für Separierung, Zwischenlagerung und Abtransport sind zu prüfen. Ein häufiger Umschlag auf dem Baustellengelände ist zu vermeiden, um einer Vermischung der beim Abbruch separierten Baustoffe entgegen zu wirken.

Die „Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings“ (MALBO Band 9, LUA NRW) gibt Hinweise zur Erarbeitung von Rückbaukonzepten unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen, der technischen Machbarkeit, des Verwertungspotentials der anfallenden Abfälle, des Arbeits- und Emissionsschutzes und der Wirtschaftlichkeit.

Die „Arbeitshilfe Kontrollierter Rückbau“ des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (BayLfU, 2003) legt den Schwerpunkt auf die Beschreibung qualifizierter Beprobungstechniken und Strategien zur Erkundung schadstoffbelasteter Bausubstanz. Darüber hinaus werden Hinweise zu relevanten Regelwerken, häufig auftretenden Schadstoffen in der Bausubstanz sowie zu verschiedenen Techniken zur Schadstoffabtrennung gegeben.

Das RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. hat im September 2003 das neue Gütezeichen (RAL-GZ 514) und die neue Gütegemeinschaft „Rückbauplanung und –überwachung“ anerkannt. Die zugehörigen Güte- und Prüfbestimmungen gelten für alle Phasen der Planung und Überwachung von Rückbaumaßnahmen von der Schadstofferkundung bis zur Abschlussdokumentation des Rückbaus einschließlich der Entsorgung .

Der Deutsche Abbruchverband hat eine „Checkliste zu Aufgaben und Verantwortung des Bauherrn beim Abbruch baulicher Anlagen“ veröffentlicht. Darin werden die Aspekte der Planungsverantwortung, der Überwachungsverantwortung und der Entsorgungsverantwortung des Bauherrn auf der Grundlage der relevanten Rechtsgrundlagen betrachtet. Im Einzelnen werden die Anforderungen an folgende Punkte konkretisiert:

- Vorplanung (Auftraggeber)
- Vorplanung (Planer)
- Orientierende technische Erkundung (bei Kontaminationsverdacht)
- Erfassung der Umgebungsbedingungen
- Erstellung Entsorgungs- und Verwertungskonzept
- Ausführungsplanung
- Erstellung Arbeitsschutzkonzept (BGR 128, Baustellenverordnung)
- Genehmigungen (Baurecht, Abfallrecht, Denkmalschutz, Wasserrecht etc.)
- Erarbeitung Ausschreibungsunterlagen
- Überwachung der Ausführung
- Dokumentation

Ausschreibung von Rückbauarbeiten

Der recyclinggerechte Rückbau ist die Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige Aufbereitung der Bauabfälle zu Recycling-Baustoffen als Substitute für Primärbaustoffe. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine detaillierte und eindeutige Ausschreibung der Leistungen erforderlich. Als Hilfsmittel für eine fachgerechte Ausschreibung und Abrechnung steht mit den TV Abbrucharbeiten des Deutschen Abbruchverbandes ein allgemein anerkanntes Regelwerk zur Verfügung. Die TV Abbrucharbeiten gelten für den teilweisen oder kompletten Abbruch von Bauwerken, Bauwerksteilen und technischen Anlagen. Für Abbruchsprengungen sind zusätzlich die TV Abbruchsprengungen zu beachten.

Ausführung von Rückbauarbeiten

Grundsätzlich sind bei der Ausführung von Rückbauarbeiten die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften einzuhalten. Die TV Abbrucharbeiten definieren zudem die Anforderungen und Einsatzbereiche der Abbruchverfahren. Die DIN 18700 beschreibt Abbruchverfahren für den Teil- und Totalabbruch von Bauteilen sowie von baulichen und technischen Anlagen. In der DIN 18700 werden die Hauptanwendungsbereiche und Hinweise zu besonderen Anforderungen bei der Anwendung dargelegt. Der Umgang mit Schadstoffen / Gefahrstoffen wird über die Technischen Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe (TrgA), die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sowie besondere Sicherheitsanweisungen geregelt.

Für jede Rückbaumaßnahme ist durch das ausführende Unternehmen eine objektspezifische Abbrucharweisung zu erstellen. Diese beinhaltet eine Beschreibung des Abbruchobjektes (einschließlich evtl. vorhandener Kontaminationen) und der vorgesehenen Entsorgungswege sowie allgemeine sicherheits- und umwelttechnische Angaben. Es sind die Abbruchreihenfolge und die vorgesehenen Abbruchverfahren sowie die zum Einsatz kommenden Baugeräte und Maschinen aufzuführen.

Um Komplikationen beim Bauablauf insbesondere hinsichtlich der Koordination verschiedener Gewerke (Rückbau, Aushub, Aufbereitung etc.) zu vermeiden, sollten die Abbrucharweisungen vor Beginn der jeweiligen Arbeiten dem Auftraggeber bzw. Projektsteuerer übergeben werden. Sofern erforderlich ist mit der Abbrucharweisung auch die Abbruchstatik vorzulegen.

Für den Rückbau von Gebäuden, Bauwerksteilen und technischen Anlagen können verschiedene Abbruchverfahren zur Anwendung kommen. Nachfolgend werden die wesentlichen Techniken unter Beschreibung ihrer Hauptanwendungsgebiete dargestellt. Die Verfahren können einzeln oder kombiniert eingesetzt werden. Die Wahl der Abbruchverfahren bleibt dem ausführenden Unternehmen überlassen, wenn nicht in der Leistungsbeschreibung entsprechende Einschränkungen formuliert werden.

Abbruchverfahren	Beschreibung	Hauptanwendungsbereich
Abgreifen	Entfernen von Bauwerksteilen mittels hydraulischer / mechanischer Greifeinrichtungen	Mauerwerks- und Holzkonstruktionen, Separierung
Einschlagen	Zerschlagen von Bauteilen mittels Vorschlagshämmern (manuell) oder mittels an Seilen geführter Stahlmasse (maschinell)	Beton-, Stahlbeton-, Mauerwerkskonstruktionen auch in größeren Höhen
Eindrücken	Umlegen von Bauwerken / Bauwerksteilen durch Ein- oder Umdrücken mittels mechanischer oder hydraulischer Druckwerkzeuge	Mauerwerkskonstruktionen
Einreißen / Einziehen	Umlegen von Bauwerken / Bauwerksteilen durch Umziehen mittels Seilwinden (manuell), Seilzug oder Bagger mit Abbruchauslegern (maschinell)	Beton-, Stahlbeton-, Mauerwerkskonstruktionen

Abbruchverfahren	Beschreibung	Hauptanwendungsbereich
Pressschneiden	Zerkleinern / Lösen von Bauteilen durch Zerpressen mittels hydraulisch wirkender Backen („Betonbeißer“)	Decken, Wände, Unterzüge, Stützen aus Beton, Stahlbeton, Mauerwerk
Scherschneiden	Zerkleinern / Lösen von Bauteilen durch Scherschneiden mittels hydraulisch wirkender Backen („Schrottschere“)	Stahlkonstruktionen
Stemmen	Zerkleinern / Lösen von Bauteilen mittels pneumatisch oder hydraulisch wirkender Hämmer (Meißel)	massive Bauwerksteile aus Mauerwerk, Beton, Stahlbeton (z.B. Fundamente), Entfernen von Putz, Estrich, Fliesen etc.
Demontieren	Rückbau durch Lösen kraftschlüssiger Verbindungen und Abheben der Bauteile	Stahl- und Holzkonstruktionen, technische Anlagen
Sprengen	Zertrümmerung von Bauwerken / Bauwerksteilen mittels Explosivstoffen	Gebäude, Industrieanlagen, Brücken, Ingenieurbauwerke aus Stahl, Beton, Stahlbeton, Mauerwerk
Thermisches Trennen	Zerlegen von Bauteilen mittels Schmelzen durch hohe Wärmezufuhr (Plasmabrenner, Sauerstoffkernlanzen, Metallpulverbrenner)	Stahlkonstruktionen, technische Anlagen, Mauerwerks-, Beton-, Stahlbetonkonstruktionen
Sägen	Abtrennen von Bauteilen mittels Hand-, Scheiben-, Ketten- oder Seilsägen	Herstellen von Öffnungen und Abtrennen von Bauwerksteilen aus Mauerwerk, Beton, Stahlbeton
Fräsen	Abschälen von Oberflächen durch rotierende Meißel (Straßenfräsen für horizontale / schwachgeneigte Flächen, Anbaufräsen für Bagger für beliebig geneigte Flächen)	Abtrag von beschädigten / kontaminierten Straßen-, Boden-, Wandflächen
Hochdruckschneiden, -fräsen, Sand- / Kugel-/ Gritstrahlen	Fräsen / Trennen von Bauteilen mittels Hochdruckwasserstrahl z.T. mit abrasiven Strahlmitteln	Oberflächenbehandlung kontaminierter (Stahl-)Beton und Mauerwerk, alternativ zum Thermischen Trennen

In der „Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings“ werden die vorgenannten Abbruchverfahren im Hinblick auf die Aspekte Technische Machbarkeit, Abfallwirtschaftliches Verwertungspotenzial, Vermeidung negativer Umweltauswirkungen und Wirtschaftlichkeit beurteilt. Im Anhang 2 der Arbeitshilfe werden im Rahmen einer Kurzbeschreibung die Vor- und Nachteile der Abbruchverfahren erläutert.

Getrennthaltung von Bau- und Abbruchabfällen

Um eine möglichst hochwertige Verwertung zu gewährleisten, wird in der Gewerbeabfallverordnung (§ 8) die Pflicht zur Getrennthaltung folgender Fraktionen bei der Lagerung, Sammlung und Beförderung von Bau- und Abbruchabfällen formuliert:

- Glas
- Kunststoff
- Metalle
- Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik und deren Gemische (nicht schadstoffbelastet)

Die genannten Fraktionen dürfen nur dann gemeinsam erfasst werden, wenn sie einer Vorbehandlungsanlage zugeführt und dort in gleicher stofflicher Reinheit und Menge aussortiert und einer stofflichen oder energetischen Verwertung zugeführt werden. Um diese Forderung zu erfüllen, ist der Separierung der genannten Fraktionen bereits beim Ausbau oder Abbruch erforderlich.

Die TA Siedlungsabfall legt im Abschnitt 5.2.6 weiterführende Maßnahmen zur Separierung fest. Danach sind Straßenaufbruch, Bauschutt und Baustellenabfälle an der Anfallstelle getrennt zu erfassen und einer Verwertung zuzuführen. Schadstoffbelastete Bauabfälle sind separat zu entfernen und einer weitergehenden Entsorgung zuzuführen.

Die TV Abbrucharbeiten beschreiben unter Nr. 2 „Stoffe, Bauteile“ die Anforderungen an die Getrennthaltung der Abbruchmaterialien. Das ausführende Unternehmen hat die anfallenden Stoffe entsprechend den Entsorgungskriterien zu trennen und getrennt zu halten (Nr. 2.1.1). Wird die Entsorgung vom Auftraggeber übernommen, so hat dieser im Leistungsverzeichnis die Anforderungen an die Separierung eindeutig zu formulieren (Nr. 2.1.2). Das ausführende Unternehmen tritt in keinem Fall als Abfallerzeuger auf (Nr. 2.1.4).

Die nachfolgenden Leistungsbereiche 40-00-00 bis 47-00-00 beschreiben entsprechend den rechtlichen Rahmenbedingungen Maßnahmen, die eine geordnete Kreislaufführung beim Rückbau von Gebäuden und Anlagen gewährleisten. Mit der Entfernung von Schadstoffen bzw. kontaminierten Bauteilen, dem sortenreinen Rückbau und der recyclinggerechten Separierung im Baufeld oder auf dem Bereitstellungslager ist eine qualitativ hochwertige Aufbereitung oder direkte Verwertung zu erreichen. Die Struktur der Leistungsbereiche 40-00-00 bis 46-00-00 entspricht weitestgehend der Kostengliederungssystematik der DIN 276 „Kosten im Hochbau“. Die Systematik der DIN 276 erfasst ausschließlich Kostengruppen, die im Hochbau (Neubau) von Bedeutung sind. Daher werden die Leistungsbereiche 40-00-00 bis 47-00-00 in Ergänzung der DIN 276 um rückbaurelevante Leistungen erweitert.

Hinweise zu weiterführenden Leistungen wie z. B. Aufbereitungs- und Verwertungsmöglichkeiten, Klassifizierung von Bauabfällen, Transport und Entsorgung können den Leistungsbereichen 80-00-00 Baustoffaufbereitung und 81-00-00 Entsorgung entnommen werden.

Literatur

Nachfolgend werden einige Literaturhinweise zum Thema Rückbau zusammengestellt. Fachspezifische Literatur zu einzelnen Leistungsbereichen wie z. B. Dekontamination, Asbestrückbau etc. werden in den jeweiligen Kapiteln separat aufgeführt.

AIR - TEC AG: Informationsblätter über Fräsen, Zunzen, Schweiz, 1995.

Arbeitshilfe Kontrollierter Rückbau, Kontaminierte Bausubstanz – Erkundung, Bewertung, Entsorgung, Bayerische Landesamt für Umweltschutz, Oktober 2003.

Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings, Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz MALBO Band 9, Landesumwelt Nordrhein-Westfalen, Essen 1999.

Atlas Copco: Abbruchhandbuch.- Hrsg: Atlas Copco MCT AB, Nacka, 1985.

Baumaschinenlärm-Verordnung - 15. BImSchV, in der Fassung vom 23.02.1988 (BGBl. I S. 116).

Bilitewski, B.: Recycling von Baustoffen, EF - Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, Berlin, 1993.

Bräuer, W. GmbH: Informationen zur mobilen Sand- und Flammstrahlerei, Gilching, 1995.

Deutscher Abbruchverband e.V.: Technische Vorschriften für Abbrucharbeiten, Bohren – Brennen – Sägen, Abbruchsprengungen (TV Abbrucharbeiten).

DIN 276 Kosten im Hochbau, 1993.

DIN 18700 Abbrucharbeiten – Begriffe, Verfahren, Anwendungsbereiche, 2000.

Fischer, S.; Rosenthal, S.; Zentler, R.: Der Abrisskataster - Ein neues Instrument für einen intelligenten Rückbau; Abschlussprojekt im Rahmen des Lehrganges "Betriebswirtschaftliches Umweltcontrolling" der Kühn Geoconsulting GmbH Bonn und dem Zentralverband des Deutschen Baugewerbes, Bonn, 1996.

Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB); Deutscher Verdingungsausschuß für Bauleistungen (DVA): Standardleistungsbuch für das Bauwesen, Leistungsbereich Bauen im Bestand (BiB); Abbrucharbeiten (384), (Rotentwurf 10/95), Hrsg.: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1995.

Heinze, H. et al.: Sprengtechnik: Anwendungsgebiete und Verfahren.- 2., überarb. Aufl., [zusätzl. Bearb. Th. Baunacke], Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, Stuttgart, 1993.

Korth, D.; Lippok, J.: Abbrucharbeiten, 2. Auflage, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1987.

NPK: Informationsblätter über Hydraulikhämmer, Abbruch- und Schrottscheren, Betonbeißer, Beton-Pulverisierer, NPK Vlaardingen, Niederlande, 1995.

Osebold, R.: Abbruch von Massivbauwerken, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld, 1981.

RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.: Rückbauplanung und -überwachung, RAL-GZ 514, September 2003.

Sennebogen (1995): Informationsblätter über Bagger, Krane, Spezialmaschinen, Maschinenfabrik Sennebogen GmbH, Straubing.

Viper international limited, Informationsblatt über die Siebanlage Vipersizer 121, Viper International limited, Cookstown, Ireland.

Willkomm, W.: Abbruch und Recycling, RKW-Verlag, Eschborn; Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1990.

Wöstmann, U.: Baustoffbewertung im Hinblick auf bautechnische und nutzungsbedingte Schadstoffe; in WLB Wasser, Luft, Boden 7-8/1996, S. 59-62.

Information über Leistungsanbieter

Fachunternehmen aus allen Bereichen des Rückbaus haben sich im Deutschen Abbruchverband e.V. zusammengeschlossen. Im Internetportal www.deutscher-abbruchverband.de kann über eine Suchmaske mittels Postleitzahlen, Tätigkeitsbereich oder Firmenname nach den Fachfirmen recherchiert werden. Darüber hinaus existieren zahlreiche weitere qualifizierte Fachfirmen für die Ausführung von Rückbaumaßnahmen.

Hinweise zur Ermittlung von Leistungsanbietern für besondere Leistungen wie z. B. Asbestentfernung werden in den jeweiligen Kapiteln aufgeführt.

Die Gütegemeinschaft Rückbauplanung und -überwachung e.V. umfasst ein Auswahl qualifizierter Planungsbüros im Bereich der Planung und Überwachung von Rückbaumaßnahmen.

40 Dekontamination im Rahmen des Rückbaus

Nach Maßgabe des Vermischungsverbotes ist entweder im Vorfeld oder im Zuge der Abbrucharbeiten belastete von unbelasteter Bausubstanz zu separieren. Die LAGA-Richtlinie "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen" schreibt vor, dass vor Beginn von Rückmaßnahmen umfangreiche Untersuchungen des Bauwerks zur Ermittlung der räumlichen und flächenhaften Verbreitung potentieller Schadstoffe durchgeführt werden müssen. Es wird ein Mindestuntersuchungsprogramm sowie Orientierungswerte für die Beurteilung von Bauschutt vor der Aufbereitung vorgegeben.

Um die Besonderheiten bei der Demontage von asbest- und KMF-haltigen Produkten angemessen berücksichtigen zu können, wurden für den Rückbau von Asbestprodukten und Künstlichen Mineralfasern eigenständige Teilleistungsbereiche erstellt.

Die BG-Regeln „Kontaminierte Bereiche“ (BGR 128) legen Vorbeugungs-, Sicherungs- und Überwachungsmaßnahmen für den Abbruch kontaminierter baulicher Anlagen fest. Die Leistungen der Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination in kontaminierten Bereichen werden im Leistungsbereich 03-20-00, die Maßnahmen des technischen Arbeitsschutzes im Leistungsbereich 22-00-00 erläutert.

40.1 Dekontamination der Bausubstanz

40.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Dekontamination der Bausubstanz wird vorzugsweise im Vorfeld des Rohbauabbruchs ausgeführt. Grundlage für die Demontage und Separierung kontaminierter Bauteile bildet zumeist ein Belastungskataster, in welchem die Ergebnisse der Voruntersuchungen zusammenfassend dargestellt und in einem Lageplan die Fundstellen markiert sind. Sollten im Zuge des weiteren Gebäude- oder Anlagenrückbaus vorab nicht bekannte Kontaminationen auftreten, so wird der Ausbau der zusätzlichen Kontaminationen sinnvoll in den laufenden Rückbaubetrieb eingebunden.

Die Demontage kontaminierter Bauteile kann in der Regel durch mehrere Verfahren erfolgen, bei denen mit unterschiedlichem Personal-, Maschinen- und Organisationsaufwand das gleiche Ergebnis erzielt wird. Häufig wird die Auswahl des anzuwendenden Verfahrens dem ausführenden Unternehmen überlassen. Seitens der Genehmigungsbehörde wie auch durch den Auftraggeber können jedoch, sofern es die bautechnischen Rahmenbedingungen erfordern (z. B. Rückbau im laufenden Betrieb, Nachbarschaftsschutz etc.), bestimmte Abbruchtechniken vorgeschrieben oder ausgeschlossen werden. Dies ist in der Ausschreibung eindeutig festzulegen.

Als Ausschreibungshilfe können das Standardleistungsverzeichnis 383 „Sanierungsarbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen“ sowie die Musterausschreibungstexte der Berufsgenossenschaften im Bauwesen (Blaue Mappe) verwendet werden.

Zur Dekontamination der Bausubstanz können Abbruch-, Trenn- und Abrasionsverfahren zum Einsatz kommen. In der folgenden Übersicht sind einige wesentliche Verfahren zusammengestellt.

Methode	Verfahren + Geräteeinsatz	
Mechanisches Abbrechen	Abtragen, Aufbrechen, Stemmen	Elektro- / Druckluft- / Hydraulikhämmer Abbruchhammer Nibbler
Mechanisches Trennen	Kneifen, Quetschen Sägen	Hydraulische (Schrott- / Beton-) Scheren Kreis- / Stich- / Seilsägen
Thermisches Trennen	Sauerstoffkernlanzen Metallpulver-Schmelzschneiden	
Demontage		Lösen der Verbindungen, Einsatz von Hebezeugen
Oberflächiges Abtragen	Hochdruckwasserstrahl	
	mechanische Abrasion	Fräsen Bürsten Abschälen Kugel-, Grit-, Sandstrahlen Trockeneisstrahlen
	thermische Abrasion	Flammstrahlen
	bio-chemische Behandlung	Einsatz von Tensiden u.a.
	Absaugung	Entstaubungsanlagen, Industriestaubsauger

Weitere Technologien der Oberflächenreinigung werden im Leistungsbereich 47-00-00 Industriereinigung beschrieben.

Der Rückbau von Kaminen und Schornsteinen wird im Leistungsbereich 41-40-00 Abbruch von Dächern und Kaminen und im Leistungsbereich 45-50-00 Abbruch von Industrieschornsteinen beschrieben.

40.1.2 Kostenermittlung

Zur Erstellung möglichst präziser Kostenansätze wurden insbesondere die Baustoffart, die Zugängigkeit (Bodenplatten, Grubensohlen, Wände), und die Abbruch- / Ausbauart (Handabbruch, Geräteeinsatz) berücksichtigt. Beim Abbruch kontaminierter Baustoffe sind besondere Schutzmaßnahmen zur Verminderung der Schadstoffausbreitung erforderlich (z. B. Luftabsaugung, Berieselung mit Wasserfassung und -reinigung / -entsorgung). Beim Abbruch / Ausbau kontaminierter Baustoffe fallen daher u.a. die Vorhaltung spezieller Arbeitsgeräte und Schutzeinrichtungen als maßgebliche Leistungen an (s. auch LB 22-00-00 Arbeits-, Emissions-, Immissionschutz).

40.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Oberflächenreinigung von Böden und Wänden (Strahlen, Dampfreinigen)	m ²	
Farben und Beschichtungen entfernen	m ²	

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
PCB-haltige Fugenmassen entfernen kontaminierte Fundamente	m	
	komplett abbauen oberflächlich abtragen	m ³ cm/m ²
kontaminierte Wände, Bodenplatten, Arbeitsgrubensohlen		m ³
	komplett abbauen oberflächlich abtragen	m ² cm/m ²
Wandputz abschlagen	m ²	m ³

LEISTUNGSBEREICH 40-10-00	ABBRUCH / ENTFERNUNG KONTAMINierter BAUSTOFFE
BASISKOSTEN	
	Kostenansatz K
Abrasion ¹⁾	5,50 €/cm/m ²
Abbruch	30,00 €/m ³
BAUTEIL	
Ausbauvolumen AV ₁ beim Abbruch (m ³)	Variable f ₁
Fundament	0,95
Bodenplatte	1,3
Grubensohlen und -wände	0,7
Wand	1,2
Ausbauvolumen AV ₂ bei Abrasion (cm/m ²)	Variable f ₂
Fundament	1,0
Bodenplatte	1,0
Grubensohle	1,0
Wand	1,8
Sonderzuschlag 1	Variable SZ ₁
aufwendiger Emissionsschutz	1,5
Sonderzuschlag 2	Variable SZ ₂
Handarbeit	8-13
Kosten LB 40-10-00 = K[€] x f _{1/2} x SZ ₁ x SZ ₂ = _____ €	

1) Abrasion: hier: lagenweises oberflächiges Abtragen von Bausubstanz durch das Aufbringen von mechanischer Energie mittels einer geeigneten Gerätschaft / Maschine

40.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelttechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 41-00-00	Teilabbruch

LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 10 00 Dekontamination der Bausubstanz

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
40 11 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch kontaminierter Bausubstanz erforderlichen Gerätschaften	psch.	5.112,92	5.112,91	5.112,92	1
02	Arbeitsgerüst aufbauen, vorhalten und abbauen	m²	5,95	11,04	8,18	6
40 12 00	Abbruch kontaminierter Bausubstanz					
01	Fundamente komplett abbrechen Materialart:	m³	12,50	52,00	28,35	8
	Mauerwerk				x 0,9 *	
	Beton				x 1,0 *	
	Stahlbeton		18,58	35,23	x 1,0	
	Abbruchmethode:					
	Handabbruch				x 13,0 *	
	Geräteinsatz		12,50	52,00	x 1,0	
02	Fundamente oberflächlich abtragen Materialart:	cm/m²	#	#	#	0
	Mauerwerk		#	#	x #	
	Beton		#	#	x #	
	Stahlbeton		#	#	x #	
	Abbruchmethode:					
	Handabbruch		#	#	x #	
	Geräteinsatz		#	#	x #	
03	Bodenplatten komplett abbrechen Materialart:	m²	0,90	37,20	8,11	31
	Beton		0,90	37,20	x 1,0	
	Stahlbeton				x 1,8 *	
	Asphaltplatten teerhaltig					
	Abmessungen:					
	Dicke bis 20 cm		0,90	19,15	x 1,0	
	über 20 cm		3,60	37,20	x 1,5	
	Abbruchmethode:					
	Handabbruch				x 8,0 *	
	Geräteinsatz		1,58	37,20	x 1,0	
04	Bodenplatten oberflächlich abtragen (bezogen auf 1 m²) Materialart:	cm/m²	4,90	5,80	5,23	6
	Beton		4,90	5,80	x 1,0	
	Stahlbeton				x 1,2 *	
	Abbruchmethode:					
	Handabbruch				x 3,3 *	
	Geräteinsatz		4,90	5,80	x 1,0	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 10 00 Dekontamination der Bausubstanz

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Arbeitsgrubensohlen komplett abbrechen Materialart: Mauerwerk Beton Stahlbeton Abmessungen: Dicke bis 20 cm über 20 cm Abbruchmethode: Handabbruch Geräteinsatz	m ²	29,80	29,80	29,80 x 0,9 * x 1,0 * x 1,2 * x 1,0 * x 1,2 *	1
06	Arbeitsgrubensohlen oberflächig abtragen Materialart: Mauerwerk Beton Stahlbeton Abbruchmethode: Handabbruch Geräteinsatz	cm/m ²	3,45	12,13	6,44 x # x 1,0 * # # x # 3,45 12,13 x 1,0	9
07	Grubenwände und -sohlen (Beton) abbrechen, aufnehmen mit Bagger und auf Bereitstellungs- fläche ablegen	m ³	9,18	21,09	14,24	4
08	Trennmauern in Absetzgruben abbrechen, verladen und auf Bereitstellungslager ablegen	m ³	12,35	51,21	26,49	4
09	Wände komplett abbrechen Materialart: Mauerwerk Beton Stahlbeton Abmessungen: Dicke bis 11,5 cm Dicke über 11,5 cm Abbruchmethode: Handabbruch Geräteinsatz	m ³	9,15	71,14	36,28 x 1,0 x 1,8 * x 2,0 * 9,15 71,14 x 1,0 x 1,1 * x 8,0 * 9,15 71,14 x 1,0	5
10	Wände komplett abbrechen, laden und zur Entsorgungsanlage transportieren, einschl. Entsorgungskosten Materialart: Mauerwerk Beton Stahlbeton Wanddicke: < 40 cm > 40 cm Höhe: < 5 m > 5 m Schadstoffbelastung: < Z 2 LAGA > Z 2 LAGA	m ²	13,00	78,80	32,99 x 1,0 x # x 1,1 13,00 46,00 x 1,0 15,20 78,80 x 1,2 13,00 76,00 x 1,0 13,00 78,80 x 1,1 13,00 46,00 x 1,0 15,20 78,80 x 1,2	24

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 10 00 Dekontamination der Bausubstanz

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11	Wände oberflächlich abtragen (bezogen auf 1 m ²) Materialart: Mauerwerk Beton Abbruchmethode: Handabbruch Geräteinsatz	cm/m ²			33,23 * x 1,0 * x 1,6 * x 8,0 * x 1,0 *	
12	Stahlbetonelemente kontaminiert (Verblendun- gen) demontieren, laden, transportieren und entsorgen Länge / Breite: L < 5 m / B < 2 m L > 5 m / B > 2 m Dicke: < 20 cm > 20 cm Schadstoffbelastung: < Z 2 LAGA > Z 2 LAGA	Stck.	17,90	690,20	111,11 x 1,0 x 3,6 x 1,0 x # x 1,0 x #	24
13	Wandputz abschlagen Abmessungen: Dicke bis 20 mm über 20 mm	m ²	6,22	20,94	13,10 x # x #	6
14	Schwarzdecken auf Teerbasis separat vom Unterbau gewinnen, zerkleinern und entsorgen	m ³	7,67	9,20	8,44	2
40 13 00	Entfernen von Beschichtungen, Farben, Fugenmassen etc.					
01	Farbe / Beschichtungen entfernen auf Türen und Zargen	m ²	36,32	52,43	48,07	5
02	Farbe / Beschichtungen entfernen auf Böden	m ²	7,80	7,80	7,80	1
03	Farbe / Beschichtungen entfernen auf Wänden	m ²	2,25	10,63	5,01	6
04	Farbe / Beschichtungen entfernen an Decken	m ²	7,67	7,67	7,67	1
05	Farbanstrich inkl. Putz abtragen, in Big Bags verpacken und zum Bereitstellungslager trans- portieren	m ²	7,80	16,36	12,48	5
06	Reinigung von Böden mittels Tensiden	m ²	#	#	#	0
07	Reinigung överschmierter Böden durch Absäuern	m ²	3,32	5,98	4,46	3
08	PAK-haltiger Dacheindeckung entfernen, inkl. Transport und Entsorgung	m ²	17,29	17,29	17,29	1
09	Isolationsschichten aus PAK-haltigem Teerkork auf Flachdach demontieren, verpacken und zum Bereitstellungslager transportieren	m ²	10,00	14,00	12,00	2
10	LHKW-haltigen PU-Schaum demontieren und separieren	m ²	4,00	14,00	9,13	3
11	PAK- und MKW-haltige Fugen-Vergussmasse ausbauen	m ²	3,00	3,00	3,00	1
12	Betonkantensteine von Kieselrotmaterial reini- gen	m	1,33	4,26	2,83	7
40 14 00	PCB-Sanierung					
01	2-Kammer Personenschleuse aufbauen, vorhal- ten, betreiben und ggf. umsetzen	Stck.	409,03	409,03	409,03	1
02	Luftdichte Folienabschottung inkl. Unterkon- struktion liefern und herstellen, inkl. Verkleben der Stöße mit Klebeband oder Silikon	m ²	7,18	7,18	7,18	1
03	Luftdichte Folienabschottung ohne Unterkon- struktion liefern und herstellen, inkl. Verkleben der Stöße mit Klebeband oder Silikon	m ²	3,32	3,32	3,32	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 10 00 Dekontamination der Bausubstanz

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Entfernen PCB-haltiger Fugenmassen innen/ außen	m	9,20	18,71	13,82	6
	05	Sockelleisten aus Holz/PVC demontieren, staubfrei zerkleinern und verpacken	m	1,53	1,53	1,53	1
	06	Fußbodenbelag von Hand aufnehmen zerkleinern und verpacken	m²	8,18	8,18	8,18	1
	07	Füllmaterial aus Decken und Fußbodendurchbrüchen entfernen, reinigen, Durchbruch absaugen und wieder einbauen, inkl. Schließen der Durchbrüche	Stck.	25,56	25,56	25,56	1
	08	PCB-haltige abgehangte Decken aus Weichfaserplatten oder Gipskarton, staubfrei ausbauen und in PE-Säcke verpacken	m²	12,78	12,78	12,78	1
	09	Feinstreinigung von Oberflächen durch Absaugen, Feuchtreinigung mit handelsüblichen Reinigungsmitteln und Abspülen mit entspanntem Wasser, ggf. Abwischen von technischen Einrichtungen mittels Staubbindetüchern inkl. Entsorgung des Wassers	m²	1,02	1,53	1,19	3
	40 15 00	Kamine , Schornsteine (s. Teilabbruch 41-50-00 und Rohbauabbruch 45-50-00)					
# keine Kostendaten vorhanden							
* Daten aus LB 1997 / 1998							

40.1.3 Literatur

Arbeitshilfe Kontrollierter Rückbau, Kontaminierte Bausubstanz – Erkundung, Bewertung, Entsorgung, Bayerische Landesamt für Umweltschutz, Oktober 2003.

Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings, Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz MALBO Band 9, Landesumwelt Nordrhein-Westfalen, Essen 1999.

Ausschreibungstexte – Sicherheit am Bau (Blaue Mappe), Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften, Frankfurt / Main, 2001 / 2002.

Standardleistungsbuch LB 083 „Sanierungsarbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen“, Bauen im Bestand (BiB), Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB) und Deutscher Verdingungsausschuss für Bauleistungen (DVA), Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V..

40.1.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter sind nach Vorlage einschlägiger Referenzen auszuwählen.

40.2 Entfernung asbesthaltiger Produkte

40.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Anforderungen an den Umgang mit Asbestprodukten im Rahmen des Rückbaus werden in der TRGS 519 „Asbest – Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“ festgeschrieben.

Asbesthaltige Baustoffe lassen sich entsprechend ihres Asbestanteils in drei Gruppen einteilen:

- Asbestzementprodukte, Rohdichte $> 1400 \text{ kg/m}^3$ (Asbestprodukte mit fester Faserbindung)
- schwach gebundene Asbestprodukte, Rohdichte $< 1000 \text{ kg/m}^3$ (z. B. Spritzasbest).
- sonstige Asbestprodukte, Rohdichte $> 1000 \text{ kg/m}^3$ und $< 1400 \text{ kg/m}^3$.

Bei Asbestzementprodukten sind die Asbestfasern durch einen hohen Bindemittelanteil bei vergleichsweise geringem Asbestanteil (i.d.R. $< 15 \text{ M.-%}$) fest gebunden, so dass von diesen Materialien, im Vergleich zu schwach gebundenen Asbestprodukten, eine wesentlich geringere Gefährdung ausgeht. Bedeutende Gesundheitsgefahren durch das Freisetzen von Fasern in Spitzenkonzentrationen können jedoch entstehen, wenn diese Materialien mit groben Arbeitsmethoden (Sägen, Schleifen, Bohren) behandelt oder durch Brechen oder Zerschlagen zerstört werden.

Schwach gebundene Asbestprodukte weisen einen hohen Asbestanteil (i.d.R. $> \text{M.}-60 \text{ \%}$) und einen geringen Bindemittelanteil auf. Bereits durch geringe mechanische Beeinträchtigungen sowie durch Alterung und Verrottung können die lungengängigen Asbestfasern in gesundheitsgefährlichen Konzentrationen freigesetzt werden. In diesem Fall besteht eine Sanierungspflicht.

Vor jedem Rückbau ist seitens des Bauherrn / Auftraggebers zu prüfen, ob asbesthaltige Produkte in dem Gebäude oder in der technischen Anlage verbaut wurden. Dies kann mittels Durchsicht der Bauunterlagen (Brandschutz-, Installations- und Detailpläne) und durch die Objektbegehung mit einem Sachkundigen gemäß TRGS 519 erfolgen. Ist durch visuelle Prüfung bei der Objektbegehung nicht eindeutig festzustellen, ob es sich um asbesthaltige Produkte handelt, so sind Proben zu entnehmen und zu analysieren. Die Fundstellen von Asbestprodukten sind in einem Fundstellenkataster zu dokumentieren.

Die Entsorgung asbesthaltiger Baustoffe aus dem Rückbau wird durch das LAGA-Merkblatt „Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ geregelt. Mit Asbestfasern kontaminierte Bauteile wie Stahlträger, Lüftungskanäle, Möbel etc. müssen nicht als asbesthaltige Abfälle entsorgt werden, wenn sie entsprechend der Vorschriften der TRGS 519 gereinigt wurden und weiterverwendet werden.

Das LAGA-Merkblatt gilt für den Umgang mit Asbest bei Ausbau, Beförderung, Behandlung, Lagerung und Ablagerung. Weitere Informationen zur Entsorgung asbesthaltiger Abfälle sind im Leistungsbereich 81-00-00 Entsorgung zu finden.

Vorkommen von Asbestprodukten

In der folgenden Übersicht werden Beispiele für das Vorkommen von schwach gebundenen Asbestprodukten und Asbestzementprodukten in Gebäuden aufgeführt. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Produktart	Anwendungsbereich
Asbestzementprodukte	
ebene und profilierte Platten Rohre Formstücke	Dach- und Fassadenbekleidung Innenbekleidung, Trennwandbau Lüftungskanalbau Versorgungsleitungen Dachrinnen Blumenkästen
schwach gebundene Asbestprodukte	
Spritzasbest Leichtbauplatten Schaumstoffe Pappen Kordeln und Schnüre Stopfmassen	Brandschutz: Ummantelung von Stahl-, Stahlbeton-, Holzbauteilen Ummantelung von Lüftungs-, Kabelkanälen, Kabelschächten Innenbeschichtung von Decken und Wänden Abschottung von Öffnungen (Kabeldurchführung) Brandschutzklappen Feuerhemmende Türen Schallschutz: Beschichtung von Wänden, Decken, Lüftungskanälen Wärme und Feuchtigkeitsschutz: Beschichtung von Rohdecken, abgehängten Decken Heizkörperverkleidungen Einlagen in Rohrschellen Einbauten in Nachstromspeichergeräten Gewebeeinlagen in Dachbahnen Dichtungsschnüre, Anstrichmittel, Klebstoffe Fugen- / Verguss- / Spachtelmassen Fußbodenbeläge

Asbesthaltige Materialien sind vor Beginn der Abbrucharbeiten auszubauen. Abbruch- und Sanierungsarbeiten in Zusammenhang mit schwach gebundenen Asbestprodukten dürfen nur von Unternehmen durchgeführt werden, die von der zuständigen Behörde nach Gefahrstoffverordnung (§ 37 Abs. 4) zugelassen sind.

Der Umgang mit asbesthaltigen Baustoffen ist spätestens 14 Tage vor Beginn der Arbeiten durch das ausführende Unternehmen bei der zuständigen Behörde anzuzeigen. In der Anlage 1 zur TRGS 519 findet sich ein Musterformular für die Anzeige. Mit der Anzeige ist bei Abbruch- und Sanierungsarbeiten auch der Arbeitsplan vorzulegen. Dieser muss Angaben zu folgenden Punkten enthalten (s. Anlage 6 zur TRGS 519):

- Art und voraussichtliche Dauer der Arbeiten
- Ort und Ausführung der Arbeiten
- vorgesehene Arbeitsweise und Schutzmaßnahmen
- Angaben zu persönlichen Schutzausrüstungen
- Einrichtungen zum Schutz und zur Dekontamination aller im Gefahrenbereich tätigen Personen
- Nachweis über die vorgesehene Entsorgung

Nach der Entfernung der asbesthaltigen Produkte ist die Asbestfreiheit des Bauwerks durch eine sachkundige Person durch eine Freigabemessung zu bestätigen. Für Arbeiten geringen Umfangs, für Abbrucharbeiten an

Asbestzementprodukten wie auch für Instandhaltungsarbeiten an Asbestprodukten werden in der TRGS 519 spezielle Regelungen formuliert.

Mit den Richtlinien für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden (sog. Asbest-Richtlinie) wurden weitere Regelungen im Hinblick auf den Ausbau schwach gebundener asbesthaltiger Baustoffe (z. B. Spritzasbest) erlassen. Anhand eines Punkte-Systems kann die Dringlichkeit einer Sanierung bewertet werden. Die in Hamburg erarbeitete Asbest-Richtlinie wurde inzwischen in allen Bundesländern bauaufsichtlich eingeführt.

Die Anforderungen an die organisatorischen, technischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen werden im Leistungsbereich LB 22-20-00 Arbeits- Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen erläutert.

Leistungsbeschreibung

Die Entfernung von asbesthaltigen Baustoffen ist separat auszuschreiben, um die Besonderheiten des Asbestrückbaus insbesondere hinsichtlich der aufwendigen und kostenintensiven Sicherheitsmaßnahmen in einer detaillierten Leistungsbeschreibung berücksichtigen zu können.

Die Leistungsbeschreibung sollte Angaben zu folgenden Punkten umfassen:

- Allgemeine Baustelleneinrichtung (z. B. Tagesunterkünfte, Bauleitungscontainer etc.)
- Spezielle Baustelleneinrichtung (z. B. Schleusen, Unterdruckhaltung, Verfestigungsanlagen)
- Gerüste (z.B. Flächen-, Fassadengerüste)
- Abschottungen
- Beseitigungsverfahren (z. B. Rückbau, Behandlung und Entsorgung)
- Dekontaminationsarbeiten (z. B. Flächenreinigung)
- Freigabemessung (nach VDI 3492)

In der Ausschreibung sind zudem die Anforderungen an das ausführende Unternehmen und an die zum Einsatz vorgesehenen Geräte (bauaufsichtliche Zulassungen) eindeutig zu formulieren. Nach § 39 GefStoffV dürfen Abbruch- und Sanierungsarbeiten, bei denen mit schwach gebundenen Asbestprodukten umgegangen wird, nur von behördlich zugelassenen Unternehmen ausgeführt werden.

Als Ausschreibungshilfe können das Standardleistungsverzeichnis LB 083 „Sanierungsarbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen“ sowie die Musterausschreibungstexte der Berufsgenossenschaften im Bauwesen (Blaue Mappe) verwendet werden.

40.2.2 Kostenermittlung

40.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Abhangdecken, Vorhänge, Wand- und Deckenbespannungen demontieren	m ²	
Fußbodenbeläge und –konstruktionen demontieren	m ²	
Dämmstoffmatten demontieren	m ²	
Brandschutztüren demontieren	Stck.	
mobiles Inventar demontieren (z.B. Heizgeräte, Brennofen))	Stck.	
Kabel mit Asbestisolierung demontieren	m	
AZ-Dachdeckung demontieren	m ²	
AZ Platten demontieren	m ²	m ³
AZ-Fensterbänke demontieren	Stck.	
AZ-Lüftungskanal, Rohre, Kanäle demontieren	m	
Asbestschnüre entfernen	m	
Asbesthaltigen Putz entfernen	m ²	
Spritzasbest entfernen		
	an Wand- und Deckenflächen	m ²
	in Fugen und an Kabeln	m
Grob-, Feinreinigung von		
	Wand- und Deckenflächen	m ²
	Schalt- und Sicherungskästen	Stck.
	Kabeln	m

40.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelttechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
40 20 00 Entfernung asbesthaltiger Produkte

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
40 21 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch asbesthaltiger Baustoffe erforderlichen Gerätschaften, Werkzeuge und Maschinen	psch.	198,00	8.856,09	2.883,90	10
02	Abwasserfiltersystem zum Abscheiden gesundheitsgefährdender Asbestfasern aus dem Abwasser der Materialschleuse einschl. Filtern mit Filterwechsel und -entsorgung, Leitungen und Pumpen, liefern, aufbauen und anschließen, für die Dauer der Maßnahme vorhalten und betreiben, nach Abschluss der Arbeiten abbauen	psch.	128,00	128,00	128,00	1
03	Materialschleuse als 2-Kammersystem mit allen Bau- und Verbrauchsmaterialien, Abschottungen und Anschlüssen liefern, aufbauen, vorhalten und für die Dauer der Maßnahme betreiben, nach Abschluss der Arbeiten dekontaminieren und abbauen	Stck.	179,00	1.784,41	919,06	4
04	Personenschleuse als Kammersystem mit allen Bau- und Verbrauchsmaterialien, Abschottungen und Anschlüssen liefern, aufbauen, vorhalten und für die Dauer der Maßnahme betreiben, nach Abschluss der Arbeiten dekontaminieren und abbauen Anzahl Kammern:	Stck.	245,42	1.958,25	391,17	5
	1-Kammer-System	Stck.	332,34	450,00	x 1,0	
	3-Kammer-System	Stck.	1.533,87	1.958,25	x 4,0	
	4-Kammer-System	Stck.	#	#	x #	
05	Raumluftfilteranlage (RFA) für den Sanierungsbereich, Unterdruck mind. 20 Pa 5-10-fachen Luftwechsel, einschl. 3-stufiges Filtersystem mit Filterwechsel und -entsorgung (Vorfilter EU 6, Hauptfilter min. EU 9 und Absolutfilter min. Klasse S), liefern, aufbauen, an Schleusenbereiche anschließen, für die Dauer der Maßnahme vorhalten und betreiben, nach Abschluss der Arbeiten abbauen Nennleistung:	Stck.	245,42	6.297,58	3.343,54	5
	mind. 20.000 m³/h		1.278,23	1.278,23	x 0,5	
	mind. 30.000 m³/h		245,42	6.297,58	x 1,0	
	mind. 50.000 m³/h		3.834,69	3.834,69	x 1,2	
06	Raumluftfilteranlage (RFA) für die Personal- und Materialschleuse, Nennleistung mind. 2.000 m³/h, tatsächliche Leistung mind. 1.000 m³/h, Unterdruck mind. 20 Pa bei 10-fachen Luftwechsel, einschl. 3-stufiges Filtersystem mit Filterwechsel und -entsorgung, liefern, aufbauen an Schleusenbereiche anschließen, für die Dauer der Maßnahme vorhalten und betreiben, nach Abschluss der Arbeiten abbauen	Stck.	179,00	179,00	179,00	1
07	Geregelte Luftführung aufbauen und abbauen, inkl. aller Abschottungen und Lüftungsgeräte	Stck.	255,65	385,00	320,33	2
08	Geregelte Luftführung betreiben	d	38,35	55,00	46,68	2
09	Unterdrucküberwachungsanlage automatisch für mind. 5 Messpunkte mit akustischer Signalanzeige bei Absinken des Unterdruckes in Arbeits- und Schleusenbereichen, einschl. Leitungen liefern, einrichten, vorhalten, nach Abschluss der Arbeiten dekontaminieren und abbauen	Stck.	102,26	102,26	102,26	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 20 00 Entfernung asbesthaltiger Produkte

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	10	Unterdruckmessschreiber liefern, vorhalten und betreiben	Stck.	178,95	178,95	178,95	1
	11	Doppelaufzuganlage als Schwarz-/ Weißaufzug liefern und montieren	Stck.			1789,52 *	
	12	Treppenturm als Weißbereichszugang; verkleidet, am Gebäude verankert	Stck.			4090,34 *	
	13	Rollrüstung für Decken- und Rohrleitungsde- montage Arbeitshöhe max. 5 m, liefern, aufbau- en, vorhalten, nach Bedarf umsetzen, nach Abschluss der Arbeiten dekontaminieren und abbauen	Stck.	76,70	76,70	76,70	1
	14	Gerüstbrücke zwischen Aufzug und Gebäude mit Geländer und Befestigungen, in Stück pro Etage; Größe ca. 1,5 x 5,0 m	Stck.			920,34 *	
	15	Gerüst für diverse Höhen nach Bedarf der Maßnahme, flächenbezogenes Nutzgewicht der Bohlenuflage 200 kg/m ² liefern, errichten und abbauen	psch.	1.278,23	1.278,23	1.278,23	1
	16	Hebeeinrichtung zur Beschickung der Absetz- bühnen in allen Geschossen installieren und abbauen	Stck.			4090,34 *	
	17	Hubarbeitsbühne fahrbar, für Arbeitshöhe 15 m, liefern, aufbauen, vorhalten für die Dauer der Maßnahme betreiben, mit dem Baufortschritt umsetzen, nach Abschluss der Arbeiten dekon- taminieren und abbauen	Stck.	1.278,23	1.278,23	1.278,23	1
	18	Hubarbeitsbühne fahrbar, Hubhöhe 0,5 - 2,0 m aufbauen, vorhalten, abbauen, dekontaminieren	Stck.	500,00	500,00	500,00	1
	19	Abschottungswände aus Folie (> 4 mm) auf Lattenkonstruktion oder aus wiederverwendba- ren Platten liefern, aufbauen, nach Abschluss der Arbeiten dekontaminieren und abbauen	psch.	1.278,00	8.947,61	5.879,78	3
	20	Abschottung / Einhausung aus Kantholzrahmen mit Folienbespannung oder aus wiederver- wendbaren Platten herstellen, reinigen, abbau- en	m ²	6,03	25,32	15,18	6
	21	Ableben von Teilbereichen / Öffnungen mit PE-Folie, auf Anweisung der Bauleitung	m ²	2,45	7,00	4,73	2
	22	Asbestabfallsäcke, PE-Folie, reißfest liefern	Stck.	0,61	0,61	0,61	1
	23	Schadstoffcontainer; 30 m ³ liefern und vorhalten	Wo			43,46 *	
	24	Abfallcontainer verschleißbar liefern, vorhalten, abtransportieren	Stck.	92,03	92,03	92,03	1
	25	persönliche Schutzausrüstung für die Vertreter des AG, der Bauleitung und Behörden, beste- hend aus Atemschutzmaske (filtrierende Halb- maske P3), Einwegschutzanzug und Fußstul- pen, vorhalten und nach Gebrauch entsorgen	Stck.	8,00	10,23	9,12	2
40	22	00 Technische Geräte und Maschinen					
	01	Druckluftversorgungssystem zur Dekontamina- tion von kontaminierten Oberflächen einschl. Kompressoren und Leitungen liefern, aufbauen, an Schleusen, Anlagen und Arbeitsbereiche anschießen, für die Dauer der Maßnahme vorhalten, umsetzen, nach Abschluss der Arbei- ten abbauen	Stck.	102,26	102,26	102,26	1
	02	Industriestaubsauger H (alt K1), mind. 800-900 m ³ /h und 200 mbar, incl. Schlauchleitungen, Vorabscheider und Filter- wechsel liefern, aufbauen, für die Dauer der Maßnahme vorhalten, betreiben, mit dem Bau- fortschritt umsetzen, nach Abschluss der Arbei- ten dekontaminieren und abbauen	Stck.	25,60	613,55	165,88	10
	03	Industriestaubsauger H (alt K1) betreiben	d	25,72	1.124,84	288,38	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 20 00 Entfernung asbesthaltiger Produkte

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Industriestaubsauger H (alt K1) auf Absaugwagen liefern, vorhalten und betreiben	Stck.	1.789,52	1.789,52	1.789,52	1
	05	Vakuumsauggeräte zum Absaugen von Spritzasbest gem. TRGS 519 errichten, anschließen und entfernen	psch.	#	#	#	0
	06	Vakuumsauggeräte vorhalten und betreiben	Wo	#	#	#	0
	07	Hochleistungsvakuumsauggerät (HVS) liefern, aufbauen, betreiben und entfernen, einschl. Filterwechsel und -entsorgung, Absaugleistung 10.000 m³/h	psch.	470,00	470,00	470,00	1
	08	HVS-Schallschutzwände vorgefertigt und einschiebbar liefern, aufbauen, vorhalten und entfernen	Stck.			920,00 *	
	09	Elektrosaugmischanlage (ESM) zur Absaugung und Verarbeitung von Asbest liefern, aufbauen, betreiben und entfernen; Containersystem, 3 Filterstufen (Taschenfilter, Patronenfilter, Schwebstofffilter)	psch.			1278,00 *	
	10	ESM-Schallschutzwände errichten, vorhalten, entfernen	Stck.			1023,00 *	
	11	Verfestigungsanlage zur Aufbereitung von verfestigtem Spritzasbest mit Zement zu Beton (mind. B 10) errichten, anschließen und entfernen	Stck.	#	#	#	0
	12	Verfestigungsanlage vorhalten und betreiben	Wo	#	#	#	0
	13	Verfestigung von Spritzasbest inkl. Aller erforderlichen Zuschlagstoffe	m³	750,00	750,00	750,00	1
	14	Airless-Geräte zur Faserbindung und Beschichtung anliefern, vor- und unterhalten, betreiben	psch.	165,00	165,00	165,00	1
40	23	00 Asbestkontaminierte Materialien, Bauteile und Einbauten					
	01	Abgehängte Decken entfernen	m²			28,12 *	
	02	Arbeitsfolien, Vorhänge, Textile Wand- und Deckenbespannungen entfernen	m²	#	#	#	0
	03	Asbesthaltige Bruchstücke aufsammeln	m²	7,65	562,42	26,20	7
	04	Asbesthaltige Kleinteile / mobiles Inventar bis 50 kg demontieren, einsammeln, in Spanningfässern einlagern, einschl. Liefern, Vorhalten und Abtransport der Fässer	Stck.	50,00	200,00	94,21	7
	05	Asbesthaltiges Mauerwerk abbrechen	m²	#	#	#	0
		Dicke:					
		bis 11,5 cm		#	#	x #	
		über 11,5 cm		#	#	x #	
	06	Beplankungen an Wänden entfernen	m²			14,83 *	
	07	Bodenbelag entfernen, entsorgen	m²	5,50	19,80	12,27	3
	08	Brandabschnitts-Stahlschiebetor demontieren	Stck.	2.250,00	2.250,00	2.250,00	1
	09	Brandschutztüren im Schwarzbereich demontieren, sortenreine Separierung (Blech, Asbest, KMF), einschl. Verpackung und Transport zu den Containern	Stck.	18,41	150,00	69,47	15
	10	Dämmschicht entfernen	m²			2,56 *	
	11	Dämmstoffmatten/-platten entfernen	m²			20,45 *	
	12	Dämmung an Rohren entfernen	m²			30,68 *	
	13	Einbauleuchten / Aufbauleuchten / Abluftleuchten ausbauen zur Verwertung	Stck.	#	#	#	0
	14	Ein-, Aufbauelemente ausbauen zur Verwertung	Stck.	#	#	#	0
	15	Feuerschutzklappen ausbauen	Stck.	24,54	330,00	117,52	9
	16	Fußbodenkonstruktion ohne Dämmschicht entfernen	m²	8,18	9,97	9,08	2
	17	Fußbodenkonstruktion auf Dämmschicht entfernen	m²	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 20 00 Entfernung asbesthaltiger Produkte

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl		
				min	max	mittel			
40	24	00	18	Heizungsanlage asbesthaltig (Nachstromspeichergerät) demontieren, verpacken und seitlich lagern	Stck.	154,00	1.000,00	452,84	3
		19	Kabel mit Asbestisolierung entfernen, zerschneiden, Restfaserbindemittel aufbringen, verpacken, transportieren und deponieren	m	7,15	7,15	7,15	1	
		20	Lüftungsgitter entfernen	Stck.	#	#	#	0	
		21	Revisionsklappe an Kaminen ausbauen, verpacken, transportieren und entsorgen	Stck.	23,10	40,00	31,55	2	
		22	Sicherungen mit asbesthaltigen Isolierpappen ausbauen, verpacken, kennzeichnen	Stck.	12,78	14,32	13,55	2	
		00	Demontage festgebundener Asbestprodukte						
		01	Asbesthaltige Baustoffe (fest gebunden) aus Kellern aufnehmen und ordnungsgemäß verpacken	t	42,88	240,51	159,05	7	
		02	Asbestzement als Dachdeckung (Schindeln, Wellplatten) gem. TRGS 519 ggf. vorbehandeln, demontieren, ordnungsgemäß verpacken	m²	5,83	16,73	9,52	9	
		03	Asbestzementplatten demontieren, verpacken, einschl. Transport zum Container	m²	0,65	37,08	11,33	48	
		04	Asbestzementplatten demontieren, verpacken, einschl. Verladen in Container und Transport zum Zwischenlager	m²	7,67	132,94	34,50	11	
		05	Asbestzementplatten demontieren, freilegen, verpacken, einschl. Transport zum Container	m³	102,30	143,20	122,75	2	
		06	Brüstungselemente und Trennwände demontieren	Stck.			20,45 *		
		07	Fensterbänke aus Asbestzementplatten / Asbestzementformsteinen demontieren	Stck.	12,01	97,90	37,35	8	
		08	Fenster / -rahmen und Anhaftungen von Morinol-Fugenkitt demontieren, sortenreine Trennung und Transport zum Container	Stck.	17,90	17,90	17,90	1	
		09	Lüftungskanal Asbestzement gem. Anforderungen der TRGS 519 mit erforderl. Arbeitsschutzmaßnahmen, Restfaserbindung, Unterdruckhaltung, Verpackung, Entsorgung, Nachweisverfahren	lfm	13,96	13,96	13,96	1	
		10	Rohre und Kanäle demontieren Durchmesser: bis DN 50 über DN 50 bis DN 250 über DN 250 bis DN 500	m	# # #	# # #	# x # x # x #	0	
	25	00	Demontage schwach gebundener Asbestprodukte						
		01	Asbesthaltige Baustoffe (schwach gebunden) aus Kellern aufnehmen und ordnungsgemäß verpacken	t	42,88	460,16	219,09	7	
		02	Asbesthaltige Fugendichtmasse ausbauen Fugenbreite: bis 35 mm über 35 mm	m			11,25 * x 1,0 * x 1,3 *		
		03	Asbesthaltigen Kleber für Bodenbeläge abfräsen	m²	14,00	14,00	14,00	1	
		04	Asbesthaltigen Putz entfernen Kalk-, Zement-, Gipsputz Dicke bis 20 mm	m²			109,93 * x 1,0 *		
		05	Asbestpappen / Asbestplatten demontieren mechanisch befestigt geklebt	m²	11,00 20,45	25,56 25,56	20,11 x 1,0 x 1,3 *	6	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 20 00 Entfernung asbesthaltiger Produkte

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	06 Asbestschnüre zwischen / an Bauteilen entfernen	m			8,69 *	
	07 Asbestschnüre und Dichtungen / an Bauteilen entfernen	Stck.	33,00	153,39	93,20	2
	08 Hitzeschilde unter Elektroinstallationen abbauen	Stck.	55,00	55,00	55,00	1
	09 Kessel- und Gebläsedichtungen demontieren, transportieren, entsorgen	psch.	766,94	766,94	766,94	1
	10 Flanschverbindungen einschl. Dichtungen ausbauen und verpacken	Stck.	15,83	19,43	17,72	3
	11 Flanschverbindungen einschl. Dichtungen ausbauen, verpacken und deponieren	Stck.	3,77	87,50	20,29	10
	12 Flanschverbindungen einschl. Dichtungen ausbauen, verpacken und entsorgen, je lfm Rohr	m	28,00	28,00	28,00	1
	13 Flanschverbindungen einschl. Dichtungen ausbauen und entsorgen	m²	30,00	36,00	33,00	2
	14 Platten auf Unterkonstruktion demontieren	m²	#	#	#	0
	15 Stützen-, Träger- und Rohrverkleidungen / -isolierungen demontieren	m	6,12	89,50	32,83	10
	Abwicklung:					
	bis 0,5 m				x 1,0 *	
	über 0,5 bis 1,5 m				x 1,2 *	
	über 1,5 bis 3,0 m				x 1,3 *	
40 26 00	Entfernung Spritzasbest					
	01 Deckenschotts aus Spritzasbest, einseitig vermörtelt, mit Hochvakuumsauggerät (HVS) entfernen	m²	#	#	#	0
	02 Spritzasbest an Kabeln entfernen	m			87,43 *	
	03 Spritzasbest an Stahlstützen, -trägern, Blechkanälen und Kabeltrassen entfernen	m²	88,00	300,00	162,67	3
	Spritzasbestdicke bis 50 mm				x 1,0 *	
	über 50 bis 150 mm				x 1,2 *	
	04 Spritzasbest an Wand- / Deckenflächen entfernen	m²			132,94 *	
	Putzträger:					
	Streckmetall, Maschendraht, Holzwoleleichtbauplatten, Gipskartonplatten				x 1,3 *	
	05 Spritzasbest in Fugen entfernen	m			92,03 *	
40 27 00	Reinigung					
	01 Einzelkabel grob- und feinreinigen	lfm	1,50	1,50	1,50	1
	02 Flexrohre grob- und feinreinigen	lfm	10,00	10,00	10,00	1
	03 Kabeltrassen und -bündel einschl. Metallschienen und -stege grob- und feinreinigen	lfm	7,10	9,10	8,10	2
	04 Niederspannungsschaltanlagen grob- und feinreinigen einschl. Inventar	Stck.	#	#	#	0
	05 Restfaserbindemittel auftragen	m²	1,00	1,00	1,00	1
	06 RLT-Kanäle allseitig außen einschl. Verankerung reinigen	m²	10,45	12,50	11,48	2
	07 Schaltkästen grob- und feinreinigen	Stck.	#	#	#	0
	08 Sicherungskästen grob- und feinreinigen	Stck.	#	#	#	0
	09 Stromzähler grob- und feinreinigen	Stck.	#	#	#	0
	10 Schwarzbereich einschl. Fußboden, Wände, Decken, Abschottungen durch Absaugen mit Industriestaubsauger K 1 grob- und feinreinigen; Auftragen der Restfaserbindung	psch.	613,55	1.278,00	945,78	2

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 20 00 Entfernung asbesthaltiger Produkte

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11	Schwarzbereich einschl. Fußboden, Wände, Decken, Abschottungen durch Absaugen mit Industriestaubsauger K 1 grob- und feinareinigen; Auftragen der Restfaserbindung inkl. Transport und Deponierung	m ²	0,26	0,26	0,26	1
12	Wand-/ Boden-/ Deckenflächen feinareinigen Material: Beton / Mauerwerk Holz / Tapeten / Glas	m ²	1,78 2,70	1,78 2,70	x 6,5 2,70 x 1,0 * x #	1
13	Wickelfalzrohre grob- und feinareinigen	m ²	#	#	#	0
14	Wickelfalzrohre grob- und feinareinigen	lfm	10,00	10,00	10,00	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

40.2.3 Literatur

Ausschreibungstexte – Sicherheit am Bau (Blaue Mappe), Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften, Frankfurt / Main, 2001 / 2002.

Standardleistungsbuch LB 083 „Sanierungsarbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen“, Bauen im Bestand (BiB), Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB) und Deutscher Verdingungsausschuss für Bauleistungen (DVA), Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V..

BGI 664, BG-Information „Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden (Asbest-Richtlinie), Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen – Nr. 51 vom 2. September 1997.

TRGS 519 „Asbest – Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten“, Ausgabe 09/2001 aktualisiert 01/2003, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..

40.2.4 Information über Leistungsanbieter

Für den Umgang mit schwach gebundenen Asbestprodukten ist eine behördliche Zulassung des ausführenden Unternehmens erforderlich (s. § 39 GefStoffV). In den einzelnen Bundesländern werden die zugelassenen Fachunternehmen bei den zuständigen Behörden geführt. In Nordrhein-Westfalen sind dies die Bezirksregierungen. In den anderen Bundesländern können dies die Gewerbeaufsichtsämter oder andere Genehmigungsbehörden sein. Im Internetportal des Sächsischen Staatsministeriums können die zugelassenen Fachunternehmen direkt abgerufen werden.

Für den Rückbau von Asbestzementprodukten ist keine behördliche Zulassung erforderlich. Hier ist die Eignung der ausführenden Unternehmen anhand von Referenzen zu prüfen.

40.3 Entfernung KMF-haltiger Produkte

40.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Anforderungen an den Umgang mit Künstlichen Mineralfasern werden in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 521 „Faserstäube“ festgeschrieben.

Als Faserstäube gelten gemäß TRGS 521

Stäube, die künstliche oder natürliche Mineralfasern außer Asbest mit einer Länge $> 5 \mu\text{m}$, einem Durchmesser $< 3 \mu\text{m}$ und einem Verhältnis Länge / Durchmesser $> 3 / 1$ enthalten und damit als lungengängig anzusehen sind.

Zu den Künstlichen Mineralfasern zählen Endlosfasern, Mineralwollen, Hochtemperaturglasfasern, keramische Fasern, Superfeinfasern, Whisker und polykristalline Fasern.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die Anwendungsbereiche der Künstlichen Mineralfasern, die im Rahmen des Gebäude- und Anlagenrückbaus von Bedeutung sein können (nach TRGS 521 Bild 4.2 a-d).

Faserart	Anwendungsbereich
Endlosfasern (Textilglasfaser)	Faserverstärkte Werkstoffe: Kunststoffe, Gipskarton, Zementprodukte Wärmeisolierung, Brand- und Arbeitsschutz: Hitzeschutzkleidung (bis 300°C), Löschdecken, Schweißunterlagen, Isolervorhänge Dekoration, Innenausstattung: Glasgewebetapeten, Glasseidenvorhänge, Elektroisolierung Flach- und Heißgasdichtungen, Gewebekompensatoren Reibbelagherstellung Modellbau für Gießereizwecke
Mineralwolle (Glas, Stein, Schlacke)	Wärme- und Schallsisolierung / -dämmung, Brandschutz im Hochbau: Innenausbau, (z.B. Akustik-) Decken, Trennwände, Fußböden Fassadenbau, Dachausbau und -dämmung, Spritzisolierung technische Isolierung: Rohrleitungsbau, techn. Anlagen Metallverarbeitende Industrie: Abkühlung von Walzstählen Reibbelagherstellung Wärme- und Abdeckhauben, wärmetechn. Geräte, Schallschutzkabinen und -türen
Keramikfasern, Hochtemperaturglasfasern	Techn. Isolierung und Hochtemperaturbereich: Stopfisolierung an Ofenöffnungen, Heißgasleitungen und Abgassystemen, Isolierung von Öfen, Kesseln, Elektrogeräten, Steigerisolierung, Isolierung von Brennern, Mess- und Schaulöchern, Isolierung von Tankwagen Ofenbau: Leichtauskleidung von Glüh-, Temper-, Brenn-, Muffel-, Anlassöfen, Ofenzustellung, -mantelisolierung, -spulenisolierung, Auskleidung von Brennkammern zur therm. Nachverbrennung Hochtemperaturdichtungen (z.B. Heißgasdichtungen) Elektroisolation Hochtemperaturfiltration Brandschutz: Verfüllung von Dehnfugen in FF-Mauerwerk, Brandschutzvorhänge, Schäume

Faserart	Anwendungsbereich
Superfeinfasern (Glasfaserfasern)	Herstellung von Bleibatterien Spezialisierungen Filtration: Filter für raumluftechnische Anlagen, Medien zur Feinfiltration von Flüssigkeiten

Für den Umgang mit KMF legt die TRGS 521 Mindeststandards für die Arbeitshygiene fest. Im Abschnitt 4 werden die Anforderungen an die eingesetzten Geräte, Maschinen und Arbeitsverfahren formuliert.

Vor dem Rückbau ist seitens des Bauherrn / Auftraggebers zu prüfen, ob und welche Art von KMF in dem Gebäude oder in der technischen Anlage verbaut wurden. Ist eine eindeutige Zuordnung und Gefährdungsbeurteilung anhand der Bauunterlagen nicht möglich, sind im Zuge einer Objektbegehung Proben zu entnehmen im Labor zu analysieren.

Die Einstufung der Künstlichen Mineralfasern in die Kategorien für krebserzeugende Stoffe (gem. GefStoffV) erfolgt durch Bestimmung des Kanzerogenitätsindex KI:

Kanzerogenitätsindex ≤ 30	Kategorie 2 krebserzeugend
Kanzerogenitätsindex $> 30 < 40$	Kategorie 3 krebverdächtig
Kanzerogenitätsindex > 40	keine Einstufung als krebserzeugender Gefahrstoff

Für KMF der Kategorie 2 (krebserzeugend) ist der Umgang (Abbruch, Sanierung) spätestens 14 Tage vor Beginn der Arbeiten der zuständigen Behörde anzuzeigen. Ein Musterformular für die Anzeige der Arbeiten findet sich in der Anlage 3 zur TRGS 521.

Mineralwolle im Hochbau und bei technischen Isolierungen

In der Anlage 4 zur TRGS 521 werden die Anforderungen an den Umgang mit eingebauten Mineralwolle-Produkten im Hochbau und bei technischen Isolierungen beschrieben. Die Anlage 4 gilt speziell für Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten.

Seit dem 01.06.2000 gilt bundesweit ein Herstellungs- und Verwendungsverbot für Mineralwolle-Dämmstoffe, die nicht den Freizeichnungskriterien des Anhangs IV Nr. 22 Abs. 2 der GefStoffV entsprechen, d.h. die als krebserzeugend (Kategorie 2) oder krebverdächtig (Kategorie 3) eingestuft sind.

Entsprechend Anlage 4 zur TRGS 521 werden zwei Gruppen von KMF unterschieden. Die Herstellungs- und Verwendungszeiträume und die Einstufung nach GefStoffV können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Herstellung und Verwendung	Bezeichnung	Einstufung
vor 1996	<u>alte</u> Mineralwolle-Dämmstoffe	Kat. 2 und Kat. 3
nach 01.06.2000	<u>neue</u> Mineralwolle-Dämmstoffe	nicht krebserzeugend / krebverdächtig
1996 – 06/2000	<u>alte und neue</u> Mineralwolle-Dämmstoffe	Einzelnachweis über Produktnachweis oder Laboruntersuchung erforderlich

In Ergänzung der nach TRGS 521 Teil 1 einzuhaltenden Mindestanforderungen an die Arbeitshygiene wird in der Anlage 4 für gängige Demontage- und Sanierungsarbeiten im Bereich Hochbau und Technische Isolierung ein Schutzstufenkonzept festgelegt. Die Zuordnung der Schutzstufen und Arbeitsschutzmaßnahmen zu den ein-

zelen Tätigkeiten wird im Leistungsbereich LB 22-00-00 Technischer Arbeits-, Emissions- und Immissionschutz erläutert.

40.3.2 Kostenermittlung

40.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
KMF-haltige Dämmstoffmatten demontieren	m ²	
KMF-haltige Rohrisolierung demontieren	m	
Asbesthaltigen Putz entfernen	m ²	
Grob-, Feinreinigung von Wand- und Deckenflächen	m ²	

40.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelttechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
40 30 00 **Entfernung KMF-haltiger Produkte**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro	Daten-
			min max mittel	anzahl
40 31 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung			
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch kontaminierter Bausubstanz erforderli-	psch.	409,03 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

40 30 00 Entfernung KMF-haltiger Produkte

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	chen Gerätschaften, Werkzeuge und Maschinen					
02	Doppelaufzuganlage als Schwarz-/ Weißaufzug liefern und montieren	Stck.			1789,52 *	
03	Treppenturm als Weißbereichszugang; verkleidet, am Gebäude verankert	Stck.			4090,34 *	
04	Gerüstbrücke zwischen Aufzug und Gebäude mit Geländer und Befestigungen, in Stück pro Etage; Größe ca. 1,5 x 5,0 m	Stck.			920,34 *	
05	Hebeeinrichtung zur Beschickung der Absetzbühnen in allen Geschossen installieren und abbauen	Stck.			4090,34 *	
06	Industriestaubsauger K1, mind. 800-900 m³/h und 200 mbar, incl. Schlauchleitungen, Vorabscheider und Filterwechsel liefern, aufbauen, für die Dauer der Maßnahme vorhalten, betreiben, mit dem Baufortschritt umsetzen, nach Abschluss der Arbeiten dekontaminieren und abbauen	Stck.	51,13	153,40	102,26	2
07	Schadstoffcontainer; 30 m³ liefern und vorhalten	Wo			43,46 *	
08	Abfallcontainer verschließbar liefern, vorhalten, abtransportieren	Stck.	92,03	92,03	92,03	1
40 32 00	KMF-haltige Materialien, Bauteile und Einbauten					
01	KMF-haltige Matten aus Zwischendecke demontieren, gem. Anforderungen der TRGS 521 mit erforderlichen Arbeitsschutzmaßnahmen, Restfaserbindung, Unterdruckhaltung, Verpackung, Entsorgung, Nachweisverfahren	m²			5,01 *	
02	KMF als Matten / Platten demontieren und ordnungsgemäß verpacken Einbauort:	m²	1,47	11,81	6,31	19
	Decken/ Wände		1,47	11,81	x 1,0	
	zwischen Blechen		2,30	9,20	x 0,8	
03	KMF-haltige Rohrisolierung demontieren gem. Anforderungen der TRGS 521 mit erforderlichen Arbeitsschutzmaßnahmen, Restfaserbindung, Unterdruckhaltung, Verpackung, Entsorgung, Nachweisverfahren	lfm	1,23	15,34	4,86	10
04	Fußbodenkonstruktion auf Dämmschicht entfernen	m²	18,40	18,40	18,40	1
40 33 00	Reinigung					
01	Schwarzbereich einschl. Fußboden, Wände, Decken, Abschottungen durch Absaugen mit Industriestaubsauger K 1 grob- und feinreinigen; Auftragen der Restfaserbindung	psch.	1.278,00	1.278,00	1.278,00	1
02	Schwarzbereich einschl. Fußboden, Wände, Decken, Abschottungen durch Absaugen mit Industriestaubsauger K 1 grob- und feinreinigen; Auftragen der Restfaserbindung	m²	0,26	0,26	0,26	1
03	Wand-/ Boden-/ Deckenflächen feinreinigen	m²			2,05 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

40.3.3 Literatur

Ausschreibungstexte – Sicherheit am Bau (Blaue Mappe), Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften, Frankfurt / Main, 2001 / 2002.

LAGA-Merkblatt „Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ vom 06.09.1995, in der Fassung vom 20.02.2001 aktualisiert aufgrund der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10.12.2001, veröffentlicht im GABl. S. 700.

Standardleistungsbuch LB 083 „Sanierungsarbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen“, Bauen im Bestand (BiB), Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB) und Deutscher Verdingungsausschuss für Bauleistungen (DVA), Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V..

TRGS 521 „Faserstäube“, Ausgabe Mai 2002, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..

40.3.4 Information über Leistungsanbieter

Für die Demontage von KMF-haltigen Produkten ist neben der Einhaltung der besonderen Arbeitsschutzmaßnahmen eine spezielle gerätetechnische Ausstattung des Unternehmens erforderlich, die im Grundsatz der Ausstattung für die Demontage von Asbestprodukten entspricht.

Als kompetente Leistungsanbieter sind daher alle zugelassenen Asbestsanierungsfirmen anzusehen (s. Kap. 40.2.4). Es wird an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass der Umgang mit Künstlichen Mineralfasern im Rahmen von Rückbauarbeiten keine behördliche Zulassung des Unternehmens erfordert. Die Eignung eines Unternehmens kann somit auch anhand einschlägiger Referenzen nachgewiesen werden.

41 Teilabbruch

41.1 Demontage von Fenstern, Türen, Toren und Rahmen

41.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Ziel der Entkernung von Bauwerken ist die Erfassung aller nicht kontaminierten Baustoffe und -teile in möglichst großer Sortenreinheit, um sie einer geeigneten Wiederverwendung bzw. Verwertung zuzuführen. Dabei reicht das Leistungsspektrum von einfachen, manuell zu verrichtenden Arbeiten bis hin zum aufwendigen Einsatz von Großgeräten. Um die Zugänglichkeit zu einzelnen Gebäudebereichen zu erleichtern, können auch weitere Hilfsmittel wie z. B. Hubarbeitsbühnen zum Einsatz kommen.

Der Umfang der Sortierung richtet sich in erster Linie nach den vorgesehenen Entsorgungswegen oder Wiederverwendungsmöglichkeiten. Dabei ist der zerstörungsfreie Ausbau von z. B. Fenstern und Türen zum Zwecke der Wiederverwendung in gleicher Funktion i.d.R. aufwendiger und damit teurer als der Ausbau zum Zwecke der stofflichen oder thermischen Verwertung, der keine zerstörungsfreie Demontage erfordert.

Grundsätzlich ist die Entkernung durch den Ausbau von Fenstern, Türen etc. im Vorfeld des Rohbauabbruchs vorzunehmen, um die aufwendige stoffliche Separierung nach einem Totalabbruch zu vermeiden. Dabei spielt die Zugänglichkeit der Gebäude oder technischen Anlagen jedoch eine entscheidende Rolle. Aus Gründen der Arbeitssicherheit kann auch ein Totalabbruch mit anschließender Separierung erforderlich werden, wenn z. B. das Gebäude wegen Baufälligkeit nicht begehbar ist.

41.1.2 Kostenermittlung

41.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Ausbau von Fenstern	Stck.	m ²
Ausbau von Fensterrahmen	m	
Ausbau von Türen	Stck.	m ²
Ausbau von Tür- / Torzargen	m	
Beräumung des Gebäudes von beweglichem Inventar	psch.	h

Bei den Kostenansätzen in diesem Teilbereich wurden alle zum Ausbau der Bauwerks- und Anlagenteile gehörenden Arbeitsgänge berücksichtigt, einschließlich der Transporte zu Verlade- oder Zwischenlagerungsstellen auf der Baustelle.

LEISTUNGSBEREICH 41-10-00 *	DEMONTAGE VON FENSTERN, TÜREN, TOREN UND RAHMEN *
BASISKOSTEN	
	Kostenansatz K [€/St]
Fenster	14,00
Türen / Tore	27,00
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN	
	Faktor f ₁
Wiederverwendung	1,5
Verwertung	1,0
	Faktor f ₂
< 1m ²	1,0
> 1m ²	1,3
Zugänglichkeit	Faktor f ₃
günstig	1,0
ungünstig	1,4
Kosten LB 41-10-00 = K[€/St] x f ₁ x f ₂ x f ₃ = _____ €	

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

41.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

41 10 00 Demontage Fenster, Türen, Tore, Rahmen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
41	11	00 Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01 Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Ausbau von Türen, Fenstern und Toren erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
41	12	00 Fenster					
		01 Ausbau von Fenstern	Stck.			14,32 *	
		Verwertungsart:					
		zur Wiederverwendung				x 1,5 *	
		zur Verwertung				x 1,0 *	
		Abmessungen:					
		bis 1 m ²				x 1,0 *	
		über 1 m ² bis 4 m ²				x 1,2 *	
		über 4 m ²				x 1,6 *	
		Zugängigkeit:					
		gut				x 1,0 *	
		mittel				x 1,2 *	
		schlecht				x 1,4 *	
		02 Ausbau von Fensterrahmen	m			4,10 *	
		03 Ausbau von Fenstergittern (Schmiedeeisen; ca. 1,0 x 1,5 m)	Stck.			23,01 *	
		04 Ausbau von Glasbausteinen		#	#	#	0
		Zugängigkeit:					
		gut		#	#	x #	
		mittel		#	#	x #	
		schlecht		#	#	x #	
		05 Ausbau von Holzfenstern mit Rahmen verschiedener Abmessungen	Stck.	16,36	16,36	16,36	1
		06 Fenster, Glasscheiben, Holztüren demontieren, in Container laden	m ²	1,30	7,70	3,83	6
41	13	00 Türen, Tore					
		01 Ausbau von Türen/Toren	Stck.	5,28	69,41	27,51	15
		Verwertungsart:					
		zur Wiederverwendung				x 1,4 *	
		zur Verwertung		5,28	69,41	x 1,0	
		Abmessungen:					
		bis 2 m ²				x 1,0 *	
		über 2 m ²				x 1,2 *	
		Zugängigkeit:					
		gut				x 1,0 *	
		mittel				x 1,2 *	
		schlecht				x 1,5 *	
		inkl. Entsorgung		22,00	25,00	x 1,0	
		02 Holztor einflügelig; H = 1,6 m, B = 1,6 m, inkl. Rahmen, Unterkonstruktion und Torpfosten demontieren, laden, zum Aufbewahrungslager transportieren (max. 4,5 km), zum Wiederein- bau lagern	Stck.	129,80	650,21	286,51	10
		03 Metalltor einflügelig; H = 1,6 m, B = 1,6 m, inkl. Rahmen, Unterkonstruktion und Torpfosten demontieren, laden, zum Aufbewahrungslager transportieren (max. 4,5 km), zum Wiederein- bau lagern	Stck.	129,80	2.844,46	315,82	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

41 10 00 Demontage Fenster, Türen, Tore, Rahmen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Ausbau von Tür/Torzargen	m			7,16 *	
	05	Ausbau von Rollläden komplett mit Antrieb	Stck.	#	#	#	0
		Abmessungen:					
		bis 2 m ²		#	#	x #	
		über 2 m ²		#	#	x #	
	06	Torpfosten aus Mauerwerk abbrechen, laden und zum Zwischenlager transportieren	m ³	44,25	265,50	152,86	5
41 14 00		Beräumung					
	01	Beräumung eines Gebäudes mit Demontage zum Zweck der Wiederverwendung von Sanitärporzellan, Spiegel, Telefonen etc.	psch.	281,00	281,00	281,00	1
	02	Entfernung allen beweglichen Mobiliars aus einem Gebäude, inkl. Einlagerung in Container zur späteren Wiederverwendung	h	29,65	66,72	42,81	6
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

41.2 Abbruch von Außenwänden

41.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich bezieht sich sowohl auf den Ausbau von Außenwandbekleidungen und -bauteilen, wie auch auf den Teilabbruch der Wände. Der komplette Außenwandabbruch ist im Abschnitt Rohbauabbruch erfasst. Zum Teilabbruch von Außenwänden kommt es z. B. bei dem partiellen Rückbau von Gebäudekomplexen, bei dem einzelne zu erhaltende Gebäudebereiche durch verbleibende Außenwände oder Außenwandreste gesichert werden. Zudem erfolgt der Teilabbruch von Außenwänden zur Schaffung von Durchbrüchen und zusätzlichen Öffnungen z. B. im Zuge der fortschreitenden Entkernung eines Gebäudes.

Die Standsicherheit des betroffenen Gebäudes ist in jedem Fall zu gewährleisten. Gegebenenfalls sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen durch stabilisierende oder lastabtragende Maßnahmen vorzusehen (z. B. Joche, Unterstützungen, Abfangungen, Einziehen von Stützen). Die Ausführung und Dimensionierung dieser Sicherungsmaßnahmen sind anhand einer Abbruchstatik nachzuweisen.

Die Auswahl der Geräte richtet sich stark nach den örtlichen Gegebenheiten (Platzverhältnisse, Traglast der Decken, Erschütterungsgefährdung der übrigen Bausubstanz). Üblicherweise kommen handgeführte Maschinen, Diamantsägen (Wandsägen) und kleine, fernbediente Abbruchgeräte zur Anwendung. Unter Beachtung der statischen Verhältnisse können Außenwände auch durch Einziehen, Eindrücken oder Abtragen zurückgebaut werden. Abbrucharbeiten an Wänden können selten maßgenau ausgeführt werden. In Abhängigkeit vom gewählten Verfahren sind z.T. erhebliche Zusatzkosten für eine Nachbearbeitung zu veranschlagen.

41.2.2 Kostenermittlung

41.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von Außenwänden	m ³	
Rückbau von Wandbekleidungen und Dämmschichten	m ²	
Rückbau von Wandeinbauten	Stck.	
Horizontaler Trennschnitt zur Mauerkürzung	lfm	

Die Kosten für zusätzliche Sicherungsmaßnahmen (Joche, Unterstützungen, Abfangungen etc.) sind zusätzlich zu erfassen.

41.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Separierung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
41 20 00 Abbruch von Außenwänden

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
41 21 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Außenwänden erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
41 22 00	Außenwände, Verkleidungen, Dämmung					
01	Abbruch von Außenwänden	m³	5,10	43,41	24,65	48
	Baustoff:					
	Mauerwerk		15,40	38,35	x 1,0	
	Beton				x 1,1	
	Stahlbeton				x 1,1	
	Gerät:					
	Handabbruch		#	#	x #	
	Kleingerät				x 1,0	
	Nachbearbeitung:					
	wenig		#	#	x #	
	aufwendig		#	#	x #	
	Lage:					
	aufgehende Wände		15,40	35,96	x 1,0	
	Kellerwände		#	#	#	
02	Ausbau von Außenwandbekleidungen	m²	#	#	#	0
	Materialart:					
	Metall		#	#	x #	
	Holz / Faserzement		#	#	x #	
	Fliesen / Steinplatten		#	#	x #	
03	Ausbau von Außenwanddämmschichten aus Styropor / Mineralfaserplatten, -matten	m²			9,20 *	
41 23 00	Einbauten					
01	Ausbau von Rolläden, Markisen und Jalousien einschließlich Antrieb	Stck.			23,52 *	
02	Ausbau von Gittern, Geländern, Stoßabweisern, Handläufen	m			7,67 *	
41 24 00	Trennschnitt					
01	Horizontaler Trennschnitt zur Mauerkürzung; Beton/Stahlbeton	lfm	35,79	117,60	35,79	2
	d = 10 / 24 cm		35,79	35,79	x 1,0	
	d = 30 / 42 cm		117,60	117,60	x 3,2	
# keine Kostendaten vorhanden						
* Daten aus LB 1997 / 1998						

41.3 Abbruch von Innenwänden

41.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der teilweise oder komplette Abbruch von Innenwänden erfolgt zumeist im Rahmen von Sanierungs- und Umbaumaßnahmen. Hier gilt es, grundsätzlich eine Unterscheidung zwischen statisch tragenden und nicht tragenden Wänden zu treffen.

Nichttragende Wände sind zumeist relativ dünnwandig, aus Leichtbetonsteinen oder in Ständerbauweise errichtet. Demzufolge können sie mit handgeführten Abbruchwerkzeugen abgebrochen werden. Statisch tragende Wände sind massiver ausgebildet und bestehen aus Steinen mit höherer Festigkeit, Beton oder Stahlbeton. Als Abbruchverfahren kommt neben dem Stemmen das Sägen oder Perforationsbohren in Frage. Analog zum Teilabbruch von Außenwänden sind gegebenenfalls zusätzliche Sicherungsmaßnahmen durch stabilisierende oder lastabtragende Maßnahmen vorzusehen (z. B. Joche, Unterstützungen, Abfangungen, Einziehen von Stürzen), um die Standsicherheit des Gebäudes zu gewährleisten. Die Ausführung und Dimensionierung dieser Sicherungsmaßnahmen sind anhand einer Abbruchstatik nachzuweisen.

41.3.2 Kostenermittlung

41.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von Innenwänden	m ³	m ²
Rückbau von falt-, schieb-, trennwänden	m ²	
Rückbau von Innenwandbekleidungen	m ²	

Sicherungsmaßnahmen zur Stabilisierung des Gebäudes beim Abbruch tragender Innenwände sind kostenmäßig separat zu erfassen.

41.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz

LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
41 30 00 Abbruch von Innenwänden

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
41	31	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Innenwänden erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
41	32	00	Innenwände, Verkleidungen					
		01	Abbruch von Innenwänden	m³	15,40	50,36	32,88	2
			nicht tragend		15,40	50,36	x 1,0	
			tragend		50,36	50,36	x 1,5	
			Bauart:					
			Ständer- / Fachwerkbauweise		#	#	x #	
			Leichtbeton		#	#	x #	
			Mauerwerk		15,40	50,36	x 1,0	
			Beton		#	#	x #	
			Stahlbeton		#	#	x #	
		02	inkl. Entsorgung		50,36	50,36	x 1,5	
		02	Ausbau von Innenwänden	m²			13,29 *	
			Material:					
			Gipsplatten mit Holz				x 1,0 *	
			Ziegel, Gasbeton				x 1,3 *	
			Dicke:					
			0,1 - 0,2 m				x 1,0 *	
			0,2 - 0,4 m				x 1,15 *	
			> 0,4 m				x 2,0 *	
		03	Ausbau von Falt-, Schiebe- und Trennwänden	m²			12,27 *	
		04	Ausbau von Innenwandbekleidungen	m²	1,60	11,08	5,95	6
			Materialart:					
			Holz				x 1,0 *	
			Fliesen / Platten				x 1,2 *	
			Gipskartonplatten		1,60	11,08	x 1,0	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998								

41.4 Abbruch von Decken und Böden

41.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Decken haben innerhalb eines Gebäudes eine aussteifende Funktion. Es ist zu unterscheiden zwischen massiven Stahl- / Spannbetondecken und Balkendecken. Die Spannrichtung bzw. der Verlauf der Hauptbewehrung von Stahl- / Spannbetondecken ist - erforderlichenfalls durch Herstellen von Schlitzten – vor dem Abbruch festzustellen. Parallel zur Bewehrungsrichtung ist die Decke streifenweise (Streifenbreite max. 300 mm) abzurechen. Bei vorgefertigten Deckenplatten sollten nach Entfernung des Aufbetons vollständige Fertigteile demontiert werden.

Balkendecken werden vielfach manuell demontiert, indem zuerst die Füllkörper und –massen beseitigt und dann die Deckenbalken aus Stahl, Holz, Stahl- oder Spannbeton freigelegt werden. Die Demontage der Balken kann eine Sicherung mittels Hebezeug oder Hilfsjochen erforderlich machen.

Gewölbedecken werden parallel zur Spannrichtung, d.h. rechtwinklig zu den Hauptträgern, zurückgebaut. Eingelegte oder untergespannte Zugbänder sind erst nach dem Rückbau der Gewölbe zu trennen.

Dieser Leistungsbereich umfasst neben dem Rückbau von Decken und Böden auch den Ausbau von Deckenbekleidungen (Dämmschichten), Deckenbelägen (Teppich, Holz, Fliesen etc.) sowie von Treppen.

41.4.2 Kostenermittlung

41.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Ausbau von Decken und Böden	m ²	
Ausbau von Deckenbalken	m	
Ausbau von Deckenbelägen	m ²	
Ausbau von Deckenbekleidungen	m ²	
Ausbau von Fußleisten	m	

41.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz

LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Separierung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

41 40 00 Abbruch von Decken und Böden

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
41	41	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Decken und Böden erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
		02	Arbeitsgerüste für Einbau temporärer Sicherungen beim Rückbau von Kappengewölbedecken nach Wahl des AN liefern, montieren, vorhalten und demontieren	psch.	256,00	10.226,00	1.881,44	9
41	42	00	Decken					
		01	Ausbau von Holzbalkendecken	m²	#	#	#	0
		02	Ausbau von Hohlsteindecken (ca. 0,4 m)	m²			81,81 *	
		03	Ausbau von Betonfertigteildecken, einschl. Aufbeton und Estrich	m²			53,69 *	
		04	Ausbau von Filigrandecken, einschl. Aufbeton und Estrich	m²	#	#	#	0
		05	Ausbau von Stahlbetondecken, einschl. Estrich	m²	5,84	45,16	19,80	6
		06	Ausbau von Zwischendecken, leicht (Stahlblech, Spanplatten, Mineralfaser etc.)	m²	5,06	13,40	8,15	3
		07	Trennen von Stahlbetondecken durch Sägen, Schnitttiefe bis 20 cm	m²	291,90	476,10	386,13	8
41	43	00	Deckenbeläge					
		01	Ausbau von Deckenbelägen	m²	0,83	11,81	4,65	17
			Holzbelag				x 3,8	
			Teppiche, PVC-, Linoleum und Korkbelag		0,83	11,81	x 1,0	
			bituminöser Belag, Estrich				x 3,0	
			Fliesen, Steinplatten				x 3,1	
41	44	00	Deckenbekleidung					
		01	Ausbau von Dämmschichten aus Styropor oder Faserdämmplatten	m²	0,92	7,67	3,25	8
		02	Ausbau von Rosten / Abdeckungen / Deckeln	m²			27,60 *	
41	45	00	Deckenkonstruktionselemente					
		01	Ausbau von Deckenbalken	m			4,09 *	
		02	Ausbau von Fehlbodenfüllungen	m²	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

41 40 00 Abbruch von Decken und Böden

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	03	Ausbau von Fehlböden	m ²	#	#	#	0
41	46	00 Treppen					
	01	Ausbau von Fußleisten	m			2,05 *	
	02	Ausbau von Holztreppen		#	#	#	0
	03	Ausbau von Stahltreppen		#	#	#	0
	04	Ausbau von Betonblockstufen	Stck.			17,90 *	
	05	Betontreppe außen, 12-stufig, inkl. Eingangspodest (B = 1 m, H = 2,2 m), abbauen, laden und abtransportieren (Transport bis 40 km)	Stck.	620,83	1.873,26	1.055,72	5
	06	Betontreppe, 5-stufig (B = 2 m) mit einseitigem Geländer, inkl. Fundamente, abbauen, laden und entsorgen	Stck.	150,00	150,00	150,00	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

41.5 Abbruch von Dächern und Kaminen

41.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Beim Abbruch von Dächern wird die Deckung und Dämmung meist durch ein Handverfahren - ggf. unter Zuhilfenahme von Hebezeugen - abgetragen. Die verbleibenden Elemente der Dachkonstruktion werden an den Verbindungsstellen getrennt und mittels Hebezeugen abgetragen. Es sollten möglichst großformatige Dachelemente demontiert und erst am Boden zerlegt werden.

Zur Gewährleistung eines ausreichenden Arbeitsschutzes beim Rückbau und der Beachtung der ordnungsgemäßen Entsorgung, ist bei der Entfernung von Dachbahnen vorab zu prüfen, ob es sich um teerhaltige Materialien handelt. Diese sollten nur maschinell unter Beachtung der erforderlichen Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen abgetragen werden. Dachbahnen können zudem auch Anteile an Asbestfasern oder gesundheitsgefährdenden Künstlichen Mineralfasern enthalten. Auch hier sind besondere Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen (s. LB 40-00-00 Dekontamination im Zuge des Rückbaus).

Kamine aus Mauerwerk können je nach den örtlichen Verhältnissen durch Stemmen abgetragen oder mit Hilfe eines Baggers abgegriffen werden. Es ist darauf zu achten, dass herabfallende Bruchstücke keine Beschädigungen an der ggf. zu erhaltenden Bausubstanz verursachen. Vor Beginn der Arbeiten ist anhand chemischer Untersuchungen zu klären, ob an den Innenwandungen des Kamins Schadstoffbelastungen durch Dioxine, Schwermetalle oder PAK vorhanden. Im Falle der Kontamination des Abbruchmaterials sind besondere Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen vorzusehen (s. LB 22-00-00). Kaminmauerwerk muss grundsätzlich getrennt vom übrigen Bauschutt erfasst werden, um die Vermischung von belastetem und unbelastetem Material zu vermeiden.

41.5.2 Kostenermittlung

41.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Dachtragkonstruktionen aus Holz / Stahl ausbauen	m	
Flachdächer rückbauen	m ²	
Dachbeläge ausbauen	m ²	
Kies- / Splittschüttungen ausbauen	m ²	
Dämmplatten ausbauen	m ²	
Rinne, Fallrohre ausbauen	m	
Kamine rückbauen	m ³ BRI	m ³

41.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

41 50 00 Abbruch von Dächern und Kaminen

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
41	51	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Dächern und Kaminen erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
		02	Absturzsicherungen für Rückbau der Dachdeckung nach Wahl des AN für die gesamte Bauzeit liefern, montieren, vorhalten und demontieren	psch.	240,00	2.556,00	1.059,56	9
41	52	00	Dachtragkonstruktionen					
		01	Ausbau von Dachtragkonstruktionen aus Holz, inkl. Entsorgung Abmessungen: Querschnitt bis 200 cm² über 200 cm²	m³ BRI	0,78	25,00	7,25	12
		02	Ausbau von Dachtragkonstruktionen aus Stahl Abmessungen: Querschnitt bis 100 cm² über 100 cm²	m	#	#	#	0
		03	Ausbau von Flachdächern Baustoff: Stahlbeton Spannbeton Poren-/Leichtbetonplatten	m²	#	#	#	0
		04	Tankstellenüberdachung (H = max. 4 m) aus Stahlbeton, inkl. Stützen, Fundamente und bituminöser Dachdeckung abbrechen und entsorgen	m²	6,90	32,19	18,58	12
		05	Vordach aus Well-Alu inkl. Entwässerung und Stützenfundamenten abbrechen	m²	6,24	6,24	6,24	1
		00	Dachbeläge, Dämmstoffe, Einbauten					
		01	Ausbau von Holzschalung	m²			61,36 *	
		02	Ausbau von Holzlattung	m²	#	#	#	0
		03	Ausbau von Ziegel- und Betonsteindeckungen	m²	#	#	#	0
		04	Ausbau von Ytong- und Betondachplatten	m²	6,38	18,41	12,40	2
		05	Ausbau von Blechdeckungen	m²	#	#	#	0
41	53	06	Ausbau von Faserzementplatten / Schiefer	m²	#	#	#	0
		07	Ausbau von Dachbahnen Lagen: 1-3 lagig mehr als 3 lagig Schadstoffgehalt: teerfrei teerhaltig	m²	0,56 0,59 0,56 1,15	8,18 3,10 8,18 127,80	x 1,0 x 1,1 x 1,0 x 9,7	21
		08	Ausbau von Kies- und Splittschüttungen Höhe: bis 5 cm über 5 bis 15 cm über 15 cm	m²			6,14 * x 1,0 * x 1,1 * x 1,3 *	
		09	Ausbau von Styropor- oder Mineralfaserdachdämmung	m²	0,69	11,25	3,94	14
		10	Ausbau von Rinnen / Fallrohren	m			4,60 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
41 50 00 Abbruch von Dächern und Kaminen

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
11	Ausbau von Blechen (Traufbleche, Kehlbleche)	m	#	#	#	0
12	Ausbau von Dachgauben	Stck.	#	#	#	0
41 54 00	Kamine, Schornsteine					
01	Kamine rückbauen	m³/BRI	35,70	263,99	131,58	21
	Materialart:					
	Mauerwerk		35,70	263,99	x 1,0	
	Schamotte		#	#	x #	
	Steinzeug		#	#	x #	
	Asbestzement		#	#	x #	
	Leichtbeton-Formstücke		#	#	x #	
	Abbruchmethode:					
	Handabbruch				x 14,0 *	
	Geräteinsatz		35,70	173,61	x 1,0	
	inkl. Entsorgung		#	#	x #	
02	Schornstein rückbauen, 2-zügig in allen Geschossen und über Dach, einschließlich aller Formstücke, Putztüren, Abdeckplatten	m			33,23 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

41.6 Abbruch von baukonstruktiven Einbauten

41.6.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Bereich umfasst den Abbruch und den Ausbau von festen Einbauten, die einer allgemeinen Zweckbestimmung dienen. Dazu zählen z. B. Einbauschränke, Tische, Theken, Regale wie auch besondere Einbauten wie Werkbänke, Maschinenfundamente, Labortische, Operationstische.

In Abhängigkeit von der Materialart und dem vorgesehenen Entsorgungsweg können die Einbauten auch im Zuge des Rohbauabbruchs zurückgebaut werden. Dies ist insbesondere bei Einbauten aus rein mineralischen Baustoffen (Beton, Mauerwerk etc.) möglich, wenn diese nicht einer Wiederverwendung in gleicher Funktion zugeführt werden sollen.

Baukonstruktive Einbauten werden zweckmäßig mit Hilfe kleiner, mobiler Abbruchgeräte ausgebaut. Der Abbruch kleinformatiger Einbauten aus Holz oder Mauerwerk kann auch durch Handgeräte erfolgen.

41.6.2 Kostenermittlung

41.6.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Einbaumöbel (Regale, Schränke) ausbauen	Stck.	
Werkbänke, Labortische etc. ausbauen	Stck.	
Maschinenfundamente, Sockel etc. ausbauen	m ³	

Materialart und Dimensionen der Einbauten sind im Leistungsverzeichnis genau zu definieren, um eine Kalkulation nach Anzahl (Stck.) zu ermöglichen.

41.6.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 11-00-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

41 60 00 Abbruch von baukonstruktiven Einbauten

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
41	61	00 Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01 Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von baukonstruktiven Einbauten erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
41	62	00 Allgemeine Einbauten					
		01 Ausbau von Einbaumöbeln / Podien / Regalen etc.	Stck.	#	#	#	0
		zur Wiederverwendung		#	#	x #	
		zur Verwertung		#	#	x #	
		zur Beseitigung		#	#	x #	
41	63	00 Besondere Einbauten					
		01 Ausbau von Werkbänken / Labortischen etc.	Stck.	#	#	#	0
		zur Wiederverwendung		#	#	x #	
		zur Verwertung		#	#	x #	
		zur Beseitigung		#	#	x #	
		02 Ausbau von Sockeln / Maschinenfundamenten	m ³	#	#	#	0
		Beton		#	#	x #	
		Stahlbeton		#	#	x #	
		Mauerwerk		#	#	x #	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

42 Demontage von haustechnischen Anlagen

42.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Leistungsbereich umfasst den Ausbau aller im Bauwerk eingebauten und daran angeschlossenen technischen Anlagen aus den Bereichen Wasser / Abwasser, Heizung, Lüftung / Klima, Elektrotechnik, Fernmelde- und Informationstechnik sowie Fördertechnik. Die aufgeführten Leistungen enthalten die Demontage der zugehörigen Befestigungen, Armaturen, Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen, Dämmung und Verkleidungen.

Die Demontage haustechnischer Anlagen erfolgt im wesentlichen manuell unter Einsatz von Handgeräten. Zum Trennen von Rohrleitungen und großformatigen Stahlelementen können auch Schrottscheren oder Schneidbrenner zum Einsatz kommen.

Leistungen zur Demontage von Heizöltanks werden im Leistungsbereich 43-00-00, die Reinigung und Demontage von Behältern, Leitungen und Geräten / Einrichtungen aus Industrieanlagen werden im Leistungsbereich 47-00-00 beschrieben.

42.2 Kostenermittlung

42.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
(Ab-) Wasserleitungen ausbauen	m	
Sanitärgegenstände, -anschlüsse, -einbauten ausbauen	Stck.	
Lüftungstechnische Einrichtungen ausbauen	Stck.	
Elektrotechnische Einrichtungen ausbauen (Lampen, Sicherungskästen, Transformatoren etc.)	Stck.	
Kabel ausbauen	m	
Förderanlagen ausbauen	Stck.	m

42.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 11-00-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch

LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

42 00 00 Demontage von haustechnischen Anlagen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
42 01 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Demontage haustechnischer Anlagen erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
42 02 00	Wasser- und abwassertechnische Anlagen					
01	Trink- / Brauchwasserleitungen DN 50 - 300 ausbauen, einschl. Verwertung / Beseitigung	m	0,73	13,95	3,27	32
02	Wasserleitungen bestehend aus jeglichem Material ausbauen, einschl. Schiebern, Schieberklappen, Hydrantenstutzen und anderen Einbauten, einschl. Entsorgung	t	33,75	138,05	57,68	96
03	Abwasserleitungen bis DN 300 ausbauen, Beton / Keramik / Mauerwerk, einschl. Zuführung zur Brecheranlage bzw. Entsorgung	m	0,51	5,62	2,63	24
04	Altkanalhaltungen, aus Steinzeug und Beton, verdämmt / nicht verdämmt, in der Baugrube aufnehmen und entsorgen	m	0,10	85,00	18,30	6
05	Ausbau von Anschlüssen	Stck.	#	#	#	0
06	Ausbau von Hydranten	Stck.	#	#	#	0
07	Ausbau von Feuerlöschanlagen	Stck.	#	#	#	0
08	Schaumlöschleitungen ausbauen, DN 80-200, Tiefenlage bis 2 m, aus PVC / Metall, incl. Verwertung / Entsorgung	m	0,80	6,63	2,55	19
09	Ausbau von Sprinkleranlagen	Stck.	#	#	#	0
10	Ausbau von Abwasserbehandlungsanlagen	Stck.	#	#	#	0
11	Ausbau von Wasser-, Abwassertanks	Stck.	#	#	#	0
	Inhalt					
	bis 1 m ³		#	#	x #	
	über 1 bis 5 m ³		#	#	x #	
	über 5 m ³		#	#	x #	
12	Ausbau von Waschbecken	Stck.			9,20 *	
	einfach				x 1,0 *	
	Reihen				x 1,7 *	
13	Ausbau von WC Schüsseln, Urinoirs, Bidets	Stck.			10,22 *	
14	Ausbau von Duschbecken, Badewannen	Stck.			25,56 *	
42 03 00	Wärmeversorgungsanlagen					
01	Ausbau von Heizöfen	Stck.			19,43 *	
02	Ausbau von Heizkessel	Stck.			153,39 *	
03	Ausbau von Heizungsleitungen	m			5,11 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

42 00 00 Demontage von haustechnischen Anlagen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Ausbau von Heizkörpern, Flächenheizsystemen	Stck.	7,69	55,00	41,96	7
42	04	00 Lufttechnische Anlagen					
	01	Ausbau von Abluft-, Zuluft-, Absauganlagen	Stck.			153,39 *	
	02	Ausbau von Klimaanlage/ Klimageräten	Stck.	104,87	1.124,84	479,54	7
	03	Ausbau von Kompressoren, Kältetrockner, Kälteanlagen	Stck.	#	#	#	0
	04	Ausbau von Pumpen, Verteiler	Stck.	#	#	#	0
	05	Ausbau von Druckluftleitungen, -anschlüssen	Stck.	#	#	#	0
	06	Ausbau von Drucklufttanks	Stck.	#	#	#	0
		Volumen:					
		bis 1 m ³		#	#	x #	
		über 1 bis 5 m ³		#	#	x #	
		über 5 m ³		#	#	x #	
	07	Demontage von Lüftungskanälen	m ²	#	#	#	0
42	05	00 Elektrotechnische Anlagen					
	01	Stromkabel erdverlegt stilllegen (ab Verteilerstation)	psch.	51,13	613,55	298,27	5
	02	Kabelstränge jeglicher Art (auch ölhaltige Kabel) ausbauen, aufnehmen und entsorgen; einschl. Muffen und sonstigen Ein- und Anbauten	t	2,67	168,73	51,89	109
	03	Leitungen und Kabel demontieren, alle Leistungsquerschnitte	m	0,26	46,50	4,13	46
	04	Ausbau von Stromerzeugungsaggregaten einschl. Kühlung, Abgasanlage, Brennstoffversorgung	Stck.	#	#	#	0
	05	Ausbau von Sicherungskästen, Schaltanlagen	Stck.	#	#	#	0
	06	Transformatoren PCB-belastet demontieren und entsorgen, inkl. Transport und PCB-Analyse	Stck.	1.627,44	1.627,44	1.627,44	1
	07	Ausbau von Ruf-/Überwachungsanlagen, Brand- und Einbruchmeldeanlagen	Stck.	#	#	#	0
	08	Ausbau von Beleuchtung einschl. Leuchtmitteln	Stck.	1,00	1,00	1,00	1
		ortsfest				x 1,0 *	
		mobil				x 0,6 *	
	09	Ausbau von Leuchtstoffröhren	Stck.	0,85	5,38	1,84	7
	10	Lichtmasten von Stromversorgung trennen, aufnehmen und verwerten	Stck.	12,55	417,74	62,93	27
42	06	00 Fernmelde- / informationstechnische Anlagen					
	01	Ausbau von Fernseh-/Videoanlagen	Stck.	#	#	#	0
	02	Ausbau von Antennen / Satellitenschüsselanlagen	Stck.			76,69 *	
	03	Ausbau von Beschallungsanlagen	Stck.	#	#	#	0
42	07	00 Förderanlagen					
	01	Ausbau von Rolltreppen	Stck.	#	#	#	0
	02	Ausbau von Rohrpostanlagen / Aktentransportanlagen	Stck.	#	#	#	0

42 00 00 Demontage von haustechnischen Anlagen

keine Kostendaten vorhanden
* Daten aus LB 1997 / 1998

43 Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen

43.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Unter diesen Leistungsbereich fallen alle Anlagen, die mit dem Bauwerk fest verbunden sind und einer besonderen Zweckbestimmung dienen. Dazu zählen neben technischen Einrichtungen von Großküchen und Wäschereien auch Medienleitungen zur Versorgung nutzungsspezifischer Anlagen mit Flüssigchemikalien, Gasen etc.. In die Leistungen mit eingerechnet wird der Ausbau der zugehörigen Armaturen, Befestigungen und Verkleidungen.

Insbesondere für den Ausbau von Medienleitungen ist eine detaillierte Kenntnis der geförderten Stoffe sowie der Lage von Anschluss- und Übergabestationen erforderlich. Restinhalte von Leitungen und Behältnissen sind im Vorfeld der Demontage zu entfernen. Das Abbruchverfahren muss so gewählt werden, dass eine Gefährdung des Arbeitspersonals - z. B. durch Entstehung toxischer oder explosiver Gase – sicher ausgeschlossen werden kann. Dazu sind bei vorhandenen Restanhaftungen in Medienleitungen bevorzugt Schrottscheren zum Ausbau und zur Trennung einzusetzen.

Weiterführende Leistungen zur Reinigung und Demontage von Behältern, Leitungen und Geräten / Einrichtungen aus Industrieanlagen wie auch zu den Anforderungen an die Stilllegung von prüfpflichtigen Anlagen werden im Leistungsbereich 47-00-00 beschrieben.

43.2 Kostenermittlung

43.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Küchen-, Medizin-, Labortechnische Anlagen, Wäscherei- und Reinigungsanlagen ausbauen	Stck.	
Medienleitungen ausbauen	m	
Klär-, Schlamm- und Abscheidebecken abrechen	Stck.	
Tankbehälter ober- / unterirdisch ausbauen	Stck.	
Anbauten von Tankbehältern / Kraftstoffanlagen ausbauen	Stck.	
Restinhalte von Tanks, Schlammfangrückstände absaugen und entsorgen	l	
Flächenbefestigungen aufbrechen	m ²	

43.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 11-00-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz

LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 43-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

43 00 00 Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
43 01 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Demontage nutzungsspezifischer Anlagen erforderlichen Gerätschaften	psch.	391,99	2.215,60	893,06	5
43 02 00	Küchentechnische Anlagen					
01	Ausbau von Elektroherden	Stck.	#	#	#	0
02	Ausbau von Gasherden	Stck.	#	#	#	0
03	Ausbau von Back-/Bratöfen	Stck.	#	#	#	0
04	Ausbau von Kühl- und Gefrierschränken	Stck.	#	#	#	0
43 03 00	Wäscherei- und Reinigungsanlagen					
01	Ausbau von Wasseraufbereitungsanlagen	Stck.	#	#	#	0
02	Ausbau von Desinfektions-, Sterilisationsanlagen	Stck.	#	#	#	0
43 04 00	Medizin- und labortechnische Anlagen					
01	Ausbau von Behandlungsstühlen	Stck.	#	#	#	0
02	Ausbau von Röntgengeräten	Stck.	#	#	#	0
03	Ausbau von Laborgeräten	Stck.	#	#	#	0
43 05 00	Medienversorgungsanlagen und -leitungen					
01	Rohrleitungen für technische Gase ausbauen und abtransportieren	m	9,03	177,56	43,95	5
02	Rohrleitungen für flüssige Medien ausbauen und abtransportieren	m	1,00	13,95	6,78	8
03	Schaumlöschleitungen ausbauen, PVC / Metall DN 80-200, Tiefenlage bis 2 m, incl. Verwertung / Entsorgung	m	0,80	6,63	2,55	19

LB-AF Nr. Leistungsbereich

43 00 00 Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Ausbau von Leitungen im Aushubbereich z.T. ölschlammgefüllt (Durchmesser 15-30 cm) inkl. Transport zum Waschplatz, Entleerung in flüssigkeitsdichte Container, Reinigung und Entsorgung/ Verwertung Material: Stahlleitung Steinzeug PVC (DN 150)	m	2,56	42,94	9,38	15
	05	Stahlleitung abbrechen, DN 700, inkl. Zerkleinern (Kantenlänge <= 50cm), seitlich lagern	m	1,49	35,79	12,75	19
	06	Vakuumanlagen ausbauen	m	#	#	#	0
	07	Übergabestation, Entnahmemarmatur ausbauen	m	#	#	#	0
43 06 00		Badetechnische Anlagen					
	01	Ausbau von Wasseraufbereitungsanlagen	Stck.	#	#	#	0
43 07 00		Entsorgungsanlagen					
	01	Ausbau von Staubsauganlagen	Stck.	#	#	#	0
	02	Ausbau von Abfallentsorgungsanlagen	Stck.	#	#	#	0
43 08 00		Kraftstoffanlagen / Tanks und zugehörige Anlagenteile					
	01	Oberirdische Kraftstoffanlagen / Tanks demonstrieren Größe / Volumen: < 5 m³ bis 100 m³ > 100 m³ Verwertungsart: zur Wiederverwendung zur Verwertung	Stck.	26,00 26,00 77,00 # # 140,61	4.019,83 3.500,00 4.019,83 # # 4.019,83	430,43 x 1,0 x 1,8 x # x # x 1,0	55
	02	Unterirdische Kraftstoffanlagen / Tanks ausbauen, einschl. Reinigung, Nachreinigung, Entgasung Größe / Volumen: < 5 m³ bis 100 m³ > 100 m³ Verwertungsart: zur Wiederverwendung zur Verwertung	Stck.	5,11 5,11 30,68 4.857,27 # 81,81	9.158,51 946,00 9.158,51 7.158,09 # 9.158,51	205,80 x 1,0 x 3,7 x 19,0 x # x 1,0	103

LB-AF Nr. Leistungsbereich

43 00 00 Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
03		Unterirdische Tanks/ Behälter transportieren und entsorgen, einwandig; für verschiedene Medien (VK, A I; DK, A III; Öl) Grösse / Volumen:	Stck.	40,90	894,76	195,51	46
		bis 5 m³		40,90	485,73	x 1,0	
		bis 10 m³		178,95	894,76	x 2,4	
		bis 20 m³		245,42	818,07	x 2,6	
04		Unterirdische Behälter/ Erdtanks freilegen, herausheben und verladen; Verfüllen der Gruben mit verdichtungsfähigem Material einschl. Verdichtungsnachweis Größe / Volumen:	Stck.	30,68	1.980,00	220,37	29
		bis 10 m³		30,68	434,60	x 1,0	
		bis 20 m³		211,45	1.980,00	x 3,3	
05		Erdarbeiten zum Freilegen von unterirdischen Tankbehältern (Boden seitlich lagern bzw. laden); Tanks herausheben und verladen	m³	1,61	36,81	6,24	16
06		Behälter in Stücke zerschneiden gem. Vorgaben der Metallaufbereitung einschl. Transport und Verwertung Größe / Volumen:	Stck.	201,96	1.531,31	392,42	5
		bis 20 m³		201,96	582,87	x 1,0	
		bis 50 m³		631,45	680,02	x 1,6	
		bis 100 m³		1.531,31	1.531,31	x 3,9	
07		Tanktechnische Rohrleitung freilegen und fachgerecht ausbauen	m³	15,24	15,24	15,24	1
08		Tanktechnisches Rohrleitungssystem einer Tankstelle spülen, komplett ausbauen und entsorgen/ verwerten	psch.	76,69	1.124,84	203,78	33
09		Tanktechnische Rohrleitungen spülen, ausbauen und entsorgen/ verwerten	m	1,00	41,41	5,38	20
10		Abflanschen bzw. Demontieren aller an den Behälter angeschlossenen Rohrleitungen, Armaturen etc., einschl. Entleerung und Reinigen der Leitungen	psch.	153,39	230,08	191,74	2
11		Entfernung der Tankbeschichtung	Stck.	0,01	588,00	146,92	12
12		Restbestände aus Tanks (Produkt- und Tankreinigungsrückstände) oder sonstige Öl/ Kraftstoff-Wasser-Gemische absaugen, abtransportieren und entsorgen	l	0,07	0,95	0,20	43
13		Domdeckel demontieren und fachgerecht entsorgen, DN 800	Stck.	25,57	858,87	214,44	8
14		Tankdomabdeckung aus Stahlblech rückbauen und entsorgen	m²	5,10	5,10	5,10	2
15		Tankdome aus Stahl abbrechen, seitlich lagern	Stck.	25,60	25,60	25,60	1
16		Domschächte und Zwischenwände aus Mauerwerk rückbauen, laden, transportieren	m³	7,41	63,91	30,97	30
17		Domschächte (gemauert, einschl. Abdeckung) abbrechen und entsorgen	Stck.	10,23	365,57	100,51	19
18		Auftriebssicherung von Erdtanks aus Betonplatten (d bis 25 cm) abbrechen und entsorgen	m²	7,87	16,67	12,47	3
19		Auftriebssicherung von Erdtanks aus Stahlgurten und Betonfundamenten rückbauen	Stck.	610,00	810,00	710,00	2
20		Zapfsäulen ausbauen	Stck.	48,57	798,92	212,59	10
21		Zapfsäulenrahmen demontieren, abtransportieren und entsorgen	Stck.	20,45	50,62	32,59	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich

43 00 00 Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	22	Außenzapfinsel einer Tankstelle abbrechen und entsorgen (unbewehrter Beton, Mauerwerk)	m³	6,20	33,23	20,08	8
	23	Zapfsäulen-/ Zapfinselfundament abbrechen und entsorgen	m³	14,47	199,40	75,56	12
	24	Zapfinsel (inkl. Fundamente) abbrechen und entsorgen	Stck.	76,69	1.210,00	325,14	30
	25	Zapfinsel (inkl. Fundamente) abbrechen und entsorgen	m²	3,20	68,60	23,91	12
	26	Tankgruben rückbauen, vorzerkleinern, aufnehmen und der Brecheranlage zuführen, Brechen auf Korngröße 125 mm	t	1,83	14,64	6,45	38
		Beton, Mauerwerk		1,83	14,64	x 1,0	
		Schwarzdecken PAK-frei		2,07	10,46	x 0,8	
	27	Rinne aus Betonplatten zwischen Tank und Tankgrube aufnehmen, der Brecheranlage zuführen und zerkleinern	m²	0,31	18,67	9,90	19
	28	Stelcon-Platten aufnehmen und zwischenlagern	m²	2,54	15,30	5,21	19
	29	Füllschacht ausbauen und entsorgen	Stck.	10,23	705,58	81,52	25
		1-teilig		10,23	230,08	x 1,0	
		3-teilig		12,78	230,08	x 1,3	
		4-teilig		40,90	705,58	x 2,5	
	30	Füllschacht mit Ablauf und Wanne abbrechen, aufnehmen, laden und zum Zwischenlager transportieren	Stck.	33,00	332,00	112,92	12
	31	Entlüftungsmast inkl. Fundament demontieren und entsorgen	Stck.	10,00	268,43	112,50	5
	32	Behälterwanne aus Stahlbeton, Tiefe bis 3,5 m, abbrechen und laden	m³	14,32	48,09	34,44	5
43	09	00 Abscheideanlagen, Klär- und Absetzbecken					
	01	Leichtflüssigkeitsabscheider mit Schlammfang abbrechen und entsorgen	Stck.	102,26	1.784,00	575,71	25
		Größe 2		253,09	820,62	x 1,0	
		Größe 5		102,26	1.171,10	x 1,1	
		Größe 6		230,08	1.784,00	x 1,2	
	02	Fettabscheider abbrechen, inkl. Leerung Reinigung und Lüftung	Stck.	350,00	530,00	470,00	3
	03	Ölabscheiderinhalt abpumpen	m³	5,68	81,81	30,94	7
	04	Schlammfangrückstände aus Abscheider absaugen und entsorgen	m³	110,00	2.000,00	553,53	17
	05	Kontaminiertes Wasser aus Abscheider absaugen und entsorgen	m³	110,00	2.000,00	638,00	12
	06	Ölschlammbecken Stahlbeton abbrechen, inkl. Vorzerkleinerung und Transport zur Verladestelle	m³	22,12	147,91	57,85	10
	07	Absetz- und Abscheidebecken aus Stahlbeton abbrechen, inkl. Vorzerkleinerung und Transport zur Verladestelle	m³	40,24	186,80	111,50	5
	08	(Lösch-) Wasserbecken aus Stahlbeton abbrechen, inkl. Transport und Entsorgung	m³	60,22	296,30	137,05	6
	09	Wanne für Altöltank aus Stahlbeton, inkl. Zerkleinerung und Transport zur Verladestelle	m³	48,70	113,94	82,93	5
	10	Abscheideanlage gereinigt ausbauen (Emulsionsspaltanlage) und entsorgen, inkl. Abblinden der Anschlussleitung zum Kanal	Stck.	85,22	766,94	296,21	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

43 00 00 Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	11	Klärbecken aus Beton / Stahlbeton mit Installationen und Fundamenten abbrechen, inkl. Transport und Entsorgung (Sohle bis 4 m, Fundamente bis 8 m uGOK; Grundfläche ~250 m²), einschl. Entleeren und Entsorgung der Beckenfüllung	Stck.	7.076,73	150.750,00	28.896,22	9
	12	Ölwechselgrube abbrechen und entsorgen	Stck.	269,54	843,63	499,90	3
	13	Batterietankanlage aus Stahl demontieren und entsorgen (in Gebäude, 2000 l)	Stck.	325,00	325,00	325,00	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

44 Demontage produktionsspezifischer Anlagen

44.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Das Leistungsregister für die Demontage von produktionsspezifischen Anlagen wurde für ausgewählte Bereiche des produzierenden Gewerbes erstellt. Die Demontage erfolgt überwiegend manuell bzw. mit Hilfe von Handgeräten. Der Rückbau produktionstechnischer Anlagen wird zweckmäßig mit Unterstützung des Bedienpersonals unter Beachtung der betriebsspezifischen Sicherheitsvorschriften durchgeführt.

Weiterführende Leistungen zur Reinigung und Demontage von Behältern, Leitungen und Geräten / Einrichtungen aus Industrieanlagen werden im Leistungsbereich 47-00-00 beschrieben. Der Ausbau von Tankanlagen, Klärbecken und Medienleitungen wird im Leistungsbereich 43-00-00 aufgeführt.

44.2 Kostenermittlung

44.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Ausbau von produktionsspezifischen Anlagen aus der		
Holzbe- und verarbeitung	Stck.	
Baustoffindustrie	Stck.	
Papierindustrie	Stck.	
Metallbe- und verarbeitung	Stck.	

43.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 11-00-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 43-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 47-00-00	Industriereinigung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

44 00 00 Demontage produktionsspezifischer Anlagen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
44 01 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Demontage produktionsspezifischer Anlagen erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
44 02 00	Holzbe- und -verarbeitung					
01	Rückbau von Zerkleinerungsaggregaten	Stck.	#	#	#	0
02	Rückbau von Imprägnieranlagen	Stck.	#	#	#	0
03	Rückbau von Beiz- und Bleichanlagen	Stck.	#	#	#	0
04	Rückbau von Lackierwalzen, -trommeln	Stck.	#	#	#	0
44 03 00	Baustoffindustrie					
01	Rückbau von Brecheranlagen	Stck.	#	#	#	0
02	Rückbau von Siebanlagen	Stck.	#	#	#	0
03	Rückbau von Mischanlagen	Stck.	#	#	#	0
04	Rückbau von Magnetabscheidern	Stck.	#	#	#	0
44 04 00	Papierindustrie					
01	Rückbau von Separieranlagen	Stck.	#	#	#	0
02	Rückbau von Pulpnern	Stck.	#	#	#	0
03	Rückbau von Schüttlern und Schleudern	Stck.	#	#	#	0
04	Rückbau von Deinkinganlagen, Flotationszellen	Stck.	#	#	#	0
05	Rückbau von Farb- und Bleichwannen	Stck.	#	#	#	0
44 05 00	Metalbe- und -verarbeitung					
01	Rückbau von Sinteranlagen	Stck.	#	#	#	0
02	Rückbau von Zunderbrechern, Zunderwäschern	Stck.	#	#	#	0
03	Rückbau von Walzstraßen	Stck.	#	#	#	0
04	Rückbau von Pressen	Stck.	#	#	#	0
05	Rückbau von Stanzen	Stck.	#	#	#	0
44 06 00	Sonstiges					
01	Rückbau von Förderbändern	Stck.	#	#	#	0
02	Rückbau von Filteranlagen	Stck.	#	#	#	0
03	Rückbau von Industrierobotern	Stck.	#	#	#	0
04	Rückbau von Industrieöfen	Stck.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

45 Rohbauabbruch

45.1 Abbruch von mehrgeschossigen Skelettbauten

45.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Unter dem Begriff Skelettbauten werden Gebäude zusammengefasst, deren Tragkonstruktionen überwiegend aus Stahl-, Stahlbeton- oder Holzrahmen bestehen. Die Ausfachungen werden hauptsächlich aus Mauerwerk oder Betonelementen hergestellt, können jedoch auch aus Holz, Metall oder Glas bestehen.

Skelettbauten werden bevorzugt durch Demontage zurückgebaut. Dabei erfolgt der Abbruch unter Berücksichtigung der statischen Verhältnisse in umgekehrter Reihenfolge des Aufbaus. Bei der Demontage wird der Abbruch geschossweise durchgeführt. Nach dem Entfernen von Ausfachungen oder Verkleidungen wird die Tragkonstruktion an Anschlussstellen und Knotenpunkten getrennt. Zum Einsatz kommen dabei auch Trennverfahren wie z. B. Sägen, Pressschneiden., um Unterzüge, Stützen, Deckenbalken etc. aus dem Verbund abzutrennen (vgl. Rückbau – Allgemeine Hinweise). Danach können die gelösten Teile z. B. mit Hilfe eines Kranes herausgehoben werden.

Beim Abbruch von Spannbeton-Skelettbauten ist die genaue Kenntnis der Vorspannungsart sowie von Lage und Art des Spannstahl erforderlich. Skelettbauten aus Stahl- bzw. Spannbeton werden überwiegend durch Demontage der einzelnen Fertigteile nach Herstellung von Trennschlitten im Bereich der Fugen abgebrochen. Der Abbruch von Skelettbauten aus Holz kann neben der Demontage auch durch Einziehen erfolgen

45.1.2 Kostenermittlung

45.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von mehrgeschossigen Skelettbauten	m ³ feste Masse	m ³ BRI
Trennschnitte	m	
Nachzerkleinerung	m ³	

Die Kostenansätze für diesen Leistungsbereich beziehen sich auf die für Skelettbauten vorzugsweise anzuwendende Demontagetechnik.

LEISTUNGSBEREICH 45-10-00	ABBRUCH MEHRGESCHOSSIGER SKELETTBAUTEN
BASISKOSTEN	
Bruttorauminhalt BRI [m³]	Kostenansatz K [€/m³ BRI]
0 - 3.000	3,70
3.000 - 10.000	3,40
>10.000	3,10
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN	
Nutzungsart	Faktor f ₁
Verwaltungs-, Forschungs-, Wohnbau	1,0
Schule, Sport-, Gewerbe - technischer Zweckbau	1,1
Konstruktionsart	Faktor f ₂
überwiegend Stahlskelett mit Mauerwerksausfachung	1,1
überwiegend Stahlskelett mit Betonelementausfachung	1,1
überwiegend Stahlbetonskelett mit Mauerwerksausfachung	1,0
überwiegend Stahlbetonskelett mit Betonelementausfachung	1,0
Standortbedingungen (Zugängigkeit, Sicherungs- und Schutzmaßnahmen)	Faktor f ₃
Günstig	1,0
ungünstig	1,2
Sonderzuschlag	Variable sz ₁
konstruktive Besonderheiten; technische Einbauten	1,1 - 1,4
Kosten LB 45-10-00 = BRI[m³] x K[€/m³ BRI] x f ₁ x f ₂ x f ₃ x sz ₁ = _____ €	

45.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

45 10 00 Abbruch von mehrgeschossigen Skelettbauten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
45 11 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch mehrgeschossiger Skelettbauten erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
45 12 00	Bauwerksabbruch					
01	Abbruch von mehrgeschossigen Skelettbauten	m³ BRI	3,06	3,06	3,06	2
	Nutzungsart:					
	Wohnbauten				x 1,0 *	
	Gebäude für Gewerbe und Handel, Lager, Garagen				x 1,1 *	
	Schulen				x 1,1 *	
	Sportbauten				x 1,1 *	
	Parlaments-, Gerichts-, Verwaltungsgebäude				x 1,0 *	
	Lehr- und Forschungsgebäude				x 1,0 *	
	Gebäude des Gesundheitswesens				x 1,0 *	
	technische Zweckbauten		3,06	3,06	x 1,0	
	Gebäude anderer Art (Ausstellungs-, Konzertgeb.)				x 1,0 *	
	BRI:					
	bis 3.000 m³				x 1,2 *	
	über 3.000 bis 10.000 m³				x 1,1 *	
	über 10.000 m³		3,06	3,06	x 1,0	
	Höhe:					
	bis 15 m				x 0,9 *	
	über 15 m		3,06	3,06	x 1,0	
	Wandstärke:					
	bis 24 cm				x 1,0 *	
	über 24 cm				x 1,1 *	
	Deckenstärke:					
	bis 20 cm				x 1,0 *	
	über 20 cm				x 1,1 *	
	konstr. Besonderheiten:					
	eingebaute Stahlkonstruktionen (nach Art und Größe)		3,06	3,06	x 1,0	
	Stützen (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Träger (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Unter-, Oberzüge (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Tragkonstruktion:					
	Stahl				x 0,9 *	
	Stahlbeton		3,06	3,06	x 1,0	
	Spannbeton				x 1,1 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

45 10 00 Abbruch von mehrgeschossigen Skelettbauten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
02	Ausfachung:					
	Mauerwerk		3,06	3,06	x 1,0	
	Betonelemente		3,06	3,06	x 1,0	
	Holz				x 0,8 *	
	Metall				x 0,9 *	
	Glas				x 0,8 *	
	Deckenkonstruktion:					
	Stahlbeton		3,06	3,06	x 1,0	
	Stahlträger				x 1,2 *	
	Ziegelgewölbe		#	#	x #	
	Holzbalkendecke		#	#	x #	
	Dachkonstruktion					
	Holz		3,06	3,06	x 1,0	
	Stahl		#	#	x #	
	Stahlbeton		3,06	3,06	x 1,0	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2 *	
	dreiseitig				x 1,0 *	
	allseitig		3,06	3,06	x 1,0	
	inkl. aller Fundamente, Gruben Kanäle und Schächte				x 1,1	
	Emissionsschutz (nach Aufwand)		#	#	x #	
	inkl. Entsorgung				x 1,1	
	Abbruch von mehrgeschossigen Skelettbauten	m³	1,42	4,70	2,66	11
	Nutzungsart:					
	Wohnbauten				x 1,0 *	
	Gebäude für Gewerbe und Handel, Lager, Garagen		1,42	4,70	x 1,0	
	Schulen				x 1,1 *	
	Sportbauten				x 1,1 *	
	Parlaments-, Gerichts-, Verwaltungsgebäude				x 1,0 *	
	Lehr- und Forschungsgebäude				x 1,0 *	
	Gebäude des Gesundheitswesens				x 1,0 *	
	technische Zweckbauten				x 1,1 *	
	Gebäude anderer Art (Ausstellungs-, Konzertgeb.)				x 1,0 *	
	BRI:					
	bis 3.000 m³				x 1,0 *	
	über 3.000 bis 10.000 m³		1,70	3,90	x 0,8	
	über 10.000 m³				x 0,7 *	
	Höhe:					
	bis 15 m		1,42	4,70	x 1,0	
	über 15 m				x 1,2 *	
	Wandstärke:					
	bis 24 cm		1,42	4,70	x 1,0	
	über 24 cm				x 1,1 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

45 10 00 Abbruch von mehrgeschossigen Skelettbauten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Deckenstärke:					
	bis 20 cm		1,42	4,70	x 1,0	
	über 20 cm				x 1,1 *	
	konstr. Besonderheiten:					
	eingebaute Stahlkonstruktionen (nach Art und Größe)		#	#	x #	
	Stützen (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Träger (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Unter-, Oberzüge (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Tragkonstruktion:					
	Stahl				x 0,9 *	
	Stahlbeton		1,42	4,70	x 1,0	
	Spannbeton				x 1,1 *	
	Holz				x 0,8 *	
	Ausfachung:					
	Mauerwerk		1,42	4,70	x 1,0	
	Betonelemente				x 1,0 *	
	Holz				x 0,8 *	
	Metall				x 0,9 *	
	Glas				x 0,8 *	
	Deckenkonstruktion:					
	Stahlbeton		1,42	4,70	x 1,0	
	Stahlträger				x 1,2 *	
	Ziegelgewölbe		#	#	x #	
	Holzbalkendecke		#	#	x #	
	Dachkonstruktion:					
	Holzkonstruktion		#	#	x #	
	Stahlkonstruktion		#	#	x #	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2 *	
	dreiseitig				x 1,0 *	
	allseitig		1,42	4,70	x 1,0	
	inkl. aller Fundamente, Gruben Kanäle und Schächte		#	#	x #	
	Emissionsschutz (nach Aufwand)		#	#	x #	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

45.2 Abbruch von mehrgeschossigen Wandbauten

45.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei mehrgeschossigen Wandbauten bestehen die vertikalen Konstruktionsteile aus Mauerwerk, Beton, Stahlbeton oder Fertigbauteilen, die horizontalen Tragkonstruktionen zumeist aus Holz, Stahl oder Stahlbeton.

Da beim Abbruch in erster Linie Zertrümmerungstechniken zur Anwendung kommen, sind diese maßgeblich in den Kostenansätzen berücksichtigt. Demontagetechniken mit Trennen und Abheben der Bauteile sind hier i.a. zu zeitaufwendig und wurden daher nicht einbezogen. Zu den Zertrümmerungstechniken gehören das Einschlagen mit der Stahlmasse, das Eindrücken und -reißen, sowie das Stemmen und Sprengen.

Sprengverfahren werden nur bei Wandbauten aus Stahlbeton von großer Höhe (> 30 m) angewendet. Der Vorteil der Sprengtechnik liegt in einer gezielten Fallrichtung des Abbruchobjektes. Die Nachzerkleinerung der Bruchstücke ist mit einem geeigneten Gerät durchzuführen.

45.2.2 Kostenermittlung

45.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von mehrgeschossigen Wandbauten	m³ feste Masse	m³ BRI
Trennschnitte	m	
Nachzerkleinerung	m³	

LEISTUNGSBEREICH 45-20-00	ABBRUCH MEHRGESCHOSSIGER WANDBAUTEN
BASISKOSTEN	
Bruttorauminhalt BRI [m³]	Kostenansatz K [€/m³ BRI]
0 – 3000	5,40
3.000 -10.000	5,10
>10.000	4,30
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN	
Nutzungsart	Faktor f ₁
Verwaltungs-, Forschungs-, Wohnbau	1,0
Schule, Sport-, Gewerbe - technischer Zweckbau	1,1
Konstruktionsart	Faktor f ₂
Fertigteilgebäude	0,8
überwiegend Mauerwerk	1,0
überwiegend Beton / Stahlbeton	1,2
Standortbedingungen (Zugängigkeit, Sicherungs- und Schutzmaßnahmen)	Faktor f ₃
günstig	1,0
ungünstig	1,2
Sonderzuschlag	Variable sz ₁
konstruktive Besonderheiten; technische Einbauten	1,1 - 1,4
Kosten LB 45-20-00 = BRI[m³] x K[€/m³ BRI] x f ₁ x f ₂ x f ₃ x sz ₁ =	
€	

45.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Leistungsbereich
Nr.

**45 20 00 Abbruch von mehrgeschossigen
Wandbauten**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
45 21 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch mehrgeschossiger Wandbauten erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
45 22 00	Bauwerksabbruch					
01	Abbruch von mehrgeschossigen Wandbauten	m³ BRI	2,25	16,32	5,37	43
	Nutzungsart:					
	Wohnbauten		5,20	5,20	x 1,0	
	Gebäude für Gewerbe Und Handel, Lager, Garagen		2,58	10,00	x 1,0	
	Schulen				x 1,1 *	
	Sportbauten				x 1,1 *	
	Parlaments-, Gerichts-, Verwaltungsgebäude		2,48	16,32	x 1,0	
	Lehr- und Forschungsgebäude				x 1,0 *	
	Gebäude des Gesundheitswesens				x 1,0 *	
	technische Zweckbauten		2,25	16,32	x 1,1	
	Gebäude anderer Art (Ausstellungs-, Konzertgeb.)		4,90	4,90	x 1,0	
	BRI:					
	bis 3.000 m³		2,58	11,36	x 1,0	
	über 3.000 bis 10.000 m³		2,25	16,32	x 0,95	
	über 10.000 m³		2,48	16,32	x 0,8	
	Höhe:					
	bis 15 m		2,58	11,36	x 1,0	
	über 15 m				x 1,2 *	

LB-AF Leistungsbereich

Nr.

**45 20 00 Abbruch von mehrgeschossigen
Wandbauten**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Wandstärke:					
	bis 24 cm		2,58	11,36	x 1,0	
	über 24 cm				x 1,1 *	
	Deckenstärke:					
	bis 20 cm		2,58	11,36	x 1,0	
	über 20 cm				x 1,1 *	
	konstr. Besonderheiten:					
	eingebaute Stahlkonstruktionen (nach Art und Größe)		#	#	x #	
	Stützen (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Träger (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Unter-, Oberzüge (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Außenwände:					
	Fertigteile				x 0,8 *	
	Mauerwerk		2,58	11,36	x 1,0	
	Beton / Spannbeton				x 1,2 *	
	Holz		4,02	6,89	x 0,6	
	Innenwände:					
	Mauerwerk		2,58	11,36	x 1,0	
	Beton / Stahlbeton				x 1,2	
	Fachwerk (Stahl / Holz mit Beton-/MW-Ausfachung)		6,89	6,89	x 1,1	
	Deckenkonstruktion:					
	Stahlbeton		2,86	11,36	x 1,0	
	Stahlträger				x 1,2 *	
	Ziegelgewölbe		2,58	5,20	x 0,7	
	Holzbalkendecke		2,58	6,89	x 0,7	
	Dachkonstruktion					
	Holzkonstruktion		2,58	6,89	x 1,0	
	Stahlkonstruktion		#	#	x #	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2 *	
	dreiseitig		2,58	5,10	x 1,0	
	allseitig		3,07	11,36	x 1,0	
	Art des Abbruchs					
	inkl. aller Fundamente, Gruben Kanäle und Schächte		2,58	11,36	x 1,1	
	Emissionsschutz (nach Aufwand)		#	#	x #	
	inkl. Entsorgung				x 1,1	
02	Abbruch von mehrgeschossigen Wandbauten	m³	1,70	69,80	9,66	24
	Nutzungsart:					
	Wohnbauten				x 1,0 *	
	Gebäude für Gewerbe und Handel, Lager, Garagen				x 1,1	
	Schulen				x 1,1 *	
	Sportbauten				x 1,1 *	

LB-AF Leistungsbereich

Nr.

**45 20 00 Abbruch von mehrgeschossigen
Wandbauten**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Parlaments-, Gerichts-, Verwaltungsgebäude				x 1,0 *	
	Lehr- und Forschungsgebäude				x 1,3	
	Gebäude des Gesundheitswesens				x 1,0 *	
	technische Zweckbauten				x 1,1 *	
	Gebäude anderer Art (Ausstellungs-, Konzertgeb.)				x 1,0 *	
	BRI:					
	bis 3.000 m³		1,70	69,80	x 1,0	
	über 3.000 bis 10.000 m³				x 0,8 *	
	über 10.000 m³				x 0,7 *	
	Höhe:					
	bis 15 m		1,70	69,80	x 1,0	
	über 15 m				x 1,2 *	
	Wandstärke:					
	bis 24 cm		1,70	69,80	x 1,0	
	über 24 cm				x 1,1 *	
	Deckenstärke:					
	bis 20 cm		1,70	69,80	x 1,0	
	über 20 cm				x 1,1 *	
	konstr. Besonderheiten:					
	eingebaute Stahlkonstruktionen (nach Art und Größe)		#	#	x #	
	Stützen (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Träger (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Unter-, Oberzüge (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Außenwände:					
	Fertigteile				x 0,8 *	
	Mauerwerk		1,70	69,80	x 1,0	
	Beton / Spannbeton				x 1,2 *	
	Holz				x 0,6 *	
	Innenwände:					
	Mauerwerk		1,70	69,80	x 1,0	
	Beton / Stahlbeton				x 1,2 *	
	Fachwerk (Stahl / Holz mit Beton-/MW-Ausfachung)				x 1,1 *	
	Deckenkonstruktion:					
	Stahlbeton		1,70	69,80	x 1,0	
	Stahlträger				x 1,2 *	
	Ziegelgewölbe		#	#	x #	
	Holzbalkendecke		#	#	x #	
	Dachkonstruktion:					
	Holzkonstruktion				x 1,0	
	Stahlkonstruktion		#	#	x #	

LB-AF Leistungsbereich

Nr.

**45 20 00 Abbruch von mehrgeschossigen
Wandbauten**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2	
	dreiseitig				x 1,0	
	allseitig				x 1,0 *	
	inkl. aller Fundamente, Gruben Kanäle und Schächte		#	#	x #	
	Emissionsschutz (nach Aufwand)		#	#	x #	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

45.3 Abbruch von Flach- und Hallenbauten

45.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Flach- und Hallenbauten können sowohl in Skelett- wie auch in Wandbauweise errichtet sein, die anzuwendenden Abbruchtechniken entsprechen daher denen in Kapitel 45.1 und 45.2.

Bei langen oder mehrschiffigen Bauten wird zumeist abschnitts- oder segmentweise vorgegangen. Dabei ist darauf zu achten, dass im Zuge des Abbruchfortschrittes die Wirksamkeit der Längs- und Queraussteifungen bis zum Abbruch des letzten Feldes gewährleistet sind. Einen besonderen Einfluss auf den Arbeitsablauf bei der Demontage von Skelettbauten aus Stahl, Stahl- oder Spannbeton hat die Lagerungsart der Stützenfüße (gelenkig oder eingespannt). Gegebenenfalls kann die Erstellung einer Abbruchstatik erforderlich werden, um die Abbruchreihenfolge unter Vermeidung labiler Zwischenzustände sicher festlegen zu können.

45.3.2 Kostenermittlung

45.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von Flach- und Hallenbauten	m ³ feste Masse	m ³ BRI
Trennschnitte	m	
Nachzerkleinerung	m ³	

Flach- und Hallenbauten können sowohl in Wand- wie auch in Skelettbauweise errichtet sein. Aus diesem Grund kann eine überschlägige Kostenschätzung analog der Kostenmodule aus Kapitel 45.1.2 bzw. Kapitel 45.2.2 erfolgen.

45.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

45 30 00 Abbruch von Flach- und Hallenbauten

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
45	31	00					
		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Flach- und Hallenbauten erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
45	32	00					
		Bauwerksabbruch					
	01	Abbruch von Flach- / Hallenbauten	m³ BRI	1,87	29,22	8,11	57
		Nutzungsart:					
		Wohnbauten				x 0,9 *	
		Gebäude für Gewerbe und Handel, Lager, Garagen		2,21	29,22	x 1,0	
		Schulen				x 1,1 *	
		Sportbauten				x 1,1 *	
		Parlaments-, Gerichts-, Verwaltungsgebäude				x 1,0 *	
		Lehr- und Forschungsgebäude				x 1,0 *	
		Gebäude des Gesundheitswesens				x 1,0 *	
		technische Zweckbauten (z.B. Tankstellengebäude)		2,45	28,52	x 1,1	
		Gebäude anderer Art (Ausstellungs-, Konzertgeb.)				x 1,0 *	
		BRI:					
		bis 3.000 m³		1,87	29,22	x 1,0	
		über 3.000 bis 10.000 m³		2,91	13,50	x 0,9	
		über 10.000 m³		2,21	2,21	x 0,8	
		Höhe:					
		bis 15 m		1,87	29,22	x 1,0	
		über 15 m				x 1,2 *	

45 30 00 Abbruch von Flach- und Hallenbauten

- 448 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

45 30 00 Abbruch von Flach- und Hallenbauten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Emissionsschutz (nach Aufwand) inkl. Entsorgung		# 2,45	# 29,22	x # x 1,3	
02	Abbruch von Flach- / Hallenbauten Nutzungsart:	m³	1,00	3,70	2,57	30
	Wohnbauten				x 0,9 *	
	Gebäude für Gewerbe und Handel, Lager, Garagen		1,00	3,70	x 1,0	
	Schulen				x 1,1 *	
	Sportbauten				x 1,1 *	
	Parlaments-, Gerichts-, Verwaltungsgebäude				x 1,0 *	
	Lehr- und Forschungsgebäude				x 1,0 *	
	Gebäude des Gesundheitswesens				x 1,0 *	
	technische Zweckbauten				x 1,1 *	
	Gebäude anderer Art (Ausstellungs-, Konzertgeb.)				x 1,0 *	
	BRI:					
	bis 3.000 m³		1,00	3,70	x 1,0	
	über 3.000 bis 10.000 m³				x 0,8 *	
	über 10.000 m³				x 0,7 *	
	Höhe:					
	bis 15 m		1,00	3,70	x 1,0	
	über 15 m				x 1,2 *	
	Wandstärke:					
	bis 24 cm		1,00	3,70	x 1,0	
	über 24 cm				x 1,1 *	
	Deckenstärke:					
	bis 20 cm		1,00	3,70	x 1,0	
	über 20 cm				x 1,1 *	
	konstr. Besonderheiten:					
	eingebaute Stahlkonstruktionen (nach Art und Größe)		#	#	x #	
	Stützen (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Träger (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Unter-, Oberzüge (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Unterkellerung					
	Teilweise				x 1,1	
	Vollflächig		2,45	2,45	x 1,1	
	Tragkonstruktion:					
	Stahl				x 0,9 *	
	Stahlbeton		1,00	3,70	x 1,0	
	Spannbeton				x 1,1 *	
	Mauerwerk				x 0,9 *	
	Holz				x 0,8 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

45 30 00 Abbruch von Flach- und Hallenbauten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Ausfachung:					
	Mauerwerk		1,00	3,70	x 1,0	
	Betonelemente				x 1,0 *	
	Holz				x 0,8 *	
	Metall				x 0,9 *	
	Glas				x 0,8 *	
	Außenwände:					
	Fertigteile				x 0,8 *	
	Mauerwerk		1,00	3,70	x 1,0	
	Beton / Spannbeton				x 1,2 *	
	Holz				x 0,6 *	
	Innenwände:					
	Mauerwerk		1,00	3,70	x 1,0	
	Beton / Stahlbeton				x 1,2 *	
	Fachwerk (Stahl / Holz mit Beton-/MW-Ausfachung)				x 1,1 *	
	Dach- / Deckenkonstruktion:					
	Stahlbeton		1,40	3,70	x 1,0	
	Stahlkonstruktion				x 1,2 *	
	Ziegelgewölbe		2,45	2,45	x 0,9	
	Holzkonstruktion		2,45	2,45	x 0,9	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2 *	
	dreiseitig		1,40	3,70	x 1,0	
	allseitig				x 1,0 *	
	inkl. aller Fundamente, Gruben Kanäle und Schächte		#	#	x #	
	Emissionsschutz (nach Aufwand)		#	#	x #	
03	Unterstände (4 Schuppen) abbrechen und Abbruchgut von Baustelle entfernen einschl. Entrümpelung aller Installationen und Funda- mente (einschl. aller Erdarbeiten; Material: Stahlskelettkonstruktion, Holz, Kunststoff)	psch.	595,71	9.800,00	3.818,16	9
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

45.4 Abbruch von turmartigen Bauwerken und Masten

45.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Als turmartige Bauwerke werden Gebäude bezeichnet, die mindestens 10 m hoch sind und deren größte Grundrisslänge, respektive Außendurchmesser, gleich oder kleiner als 1/3 der Höhe ist.

Bei den Kostenansätzen wurde von den heute üblichen Abbruchtechniken ausgegangen, welche in Abhängigkeit der Baumaterialart gewählt werden. Türme und Masten aus Stahl werden zumeist demontiert, Stahlbeton- und Mauerwerkstürme werden bis zu einer Höhe von 50 m durch hydraulische Abbruchgeräte zerlegt. Türme, deren Höhe darüber hinaus geht, werden durch Sprengen (geringer Platzbedarf) umgelegt. Eine Sprengung erfordert immer eine Nachzerkleinerung der Bruchstücke mit geeigneten Geräten (Stahlmasse, Hydraulikmeißel, Betonbeißer).

45.4.2 Kostenermittlung

45.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von turmartigen Bauwerken	m³ feste Masse	m³ BRI
Rückbau von Masten	m³ feste Masse	
Nachzerkleinerung	m³	t

LEISTUNGSBEREICH 45-40-00 *	ABBRUCH VON TURMARTIGEN BAUWERKEN UND MASTEN *
BASISKOSTEN	
Bruttorauminhalt BRI [m³]	Kostenansatz K [€/m³ BRI]
0 - 3.000	12
3.000 - 10.000	10
>10.000	8
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN	
Konstruktionsart	Faktor f ₁
überwiegend Mauerwerk	1,0
überwiegend Beton / Stahlbeton	1,2
Standortbedingungen (Zugängigkeit, Sicherungs- und Schutzmaßnahmen)	Faktor f ₂
günstig	1,0
ungünstig	1,2
Sonderzuschlag	Variable sz _{1,2}
Höhe über 50 m	1,3
konstruktive Besonderheiten; technische Einbauten	1,1 - 1,4
Kosten LB 45-40-00 = BRI[m³] x K[€/m³ BRI] x f ₁ x f ₂ x sz ₁ x sz ₂ =	
€	

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

45.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Leistungsbereich

Nr.

45 40 00 Abbruch von turmartigen Bauwerken und Masten

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
45	41	00					
		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01 maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von turmartigen Bauwerken und Masten erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
45	42	00					
		Bauwerksabbruch					
		01 Abbruch turmartiger Bauwerke	m³ BRI			12,30 *	
		BRI:					
		bis 3.000 m³				x 1,0 *	
		über 3.000 bis 10.000 m³				x 0,8 *	
		über 10.000 m³				x 0,7 *	
		Höhe:					
		bis 15 m				x 1,0 *	
		über 15 m				x 1,2 *	
		Wandstärke:					
		bis 24 cm				x 1,0 *	
		über 24 cm				x 1,1 *	
		Deckenstärke:					
		bis 20 cm				x 1,0 *	
		über 20 cm				x 1,1 *	

LB-AF Leistungsbereich

Nr.

45 40 00 Abbruch von turmartigen Bauwerken und Masten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten-
			min	max	mittel	anzahl
	konstr. Besonderheiten:					
	eingebaute Stahlkonstruktionen (nach Art und Größe)				x #	
	Stützen (nach Anzahl und Dimension)				x #	
	Träger (nach Anzahl und Dimension)				x #	
	Unter-, Oberzüge (nach Anzahl und Dimension)				x #	
	Tragkonstruktion:					
	Stahl				x 0,9 *	
	Stahlbeton				x 1,0 *	
	Spannbeton				x 1,1 *	
	Holz				x 0,8 *	
	Innenwände:					
	Mauerwerk				x 1,0 *	
	Beton / Stahlbeton				x 1,2 *	
	Fachwerk (Stahl / Holz mit Beton-/MW-Ausfachung)				x 1,1 *	
	Deckenkonstruktion:					
	Stahlbeton				x 1,0 *	
	Stahlträger				x 1,2 *	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2 *	
	dreiseitig				x 1,0 *	
	allseitig				x 1,0 *	
02	Abbruch von Masten	m³	#	#	#	0
	Höhe:					
	bis 15 m		#	#	x #	
	über 15 m		#	#	x #	
	Durchmesser:					
	bis 24 cm		#	#	x #	
	über 24 cm		#	#	x #	
	Material:					
	Stahl		#	#	x #	
	Holz		#	#	x #	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2 *	
	dreiseitig				x 1,0 *	
	allseitig				x 1,0 *	
03	Emissionsschutz (nach Aufwand) Lichtmasten von Stromversorgung trennen, aufnehmen und verwerten	Stck.	55,22	817,03	229,34	6
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

45.5 Abbruch von Industrieschornsteinen

45.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Für die Ermittlung von Kostenansätzen für diesen Leistungsbereich sind die Baustellenverhältnisse und die Höhe des abzubrechenden Schornsteins in höherem Maße von Bedeutung als die Art des Baumaterials. Schornsteine von geringer Höhe (< 50 m) können mit hydraulischen Geräten abgetragen werden; höhere Schornsteine werden gesprengt. Dazu ist ein in Fallrichtung liegendes freies Gelände, evtl. mit Fallbett zu schaffen. Bei beengten Baustellenverhältnissen muss durch Handabbruch die Abbruchhöhe soweit verringert werden, bis ein maschinelles Abbruchverfahren zur Anwendung kommen kann.

Im Vorfeld des Rückbaus ist das Innenfutter bzw. Innenwandung des Schornsteins auf Kontaminationen zu untersuchen. Dazu sind bei Schornsteinen aus mineralischen Baustoffen Bohrkerne zu entnehmen und die maßgebliche Innenfläche auf die vermuteten Schadstoffe zu analysieren. In Abhängigkeit des gewählten Abbruchverfahrens und der möglichen Entsorgungswege ist der separate Ausbau des kontaminierten Innenfutters im Hinblick auf die Entsorgungskosten und die arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen zweckmäßig bzw. geboten.

45.5.2 Kostenermittlung

45.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von Industrieschornsteinen	m ³ feste Masse	m ³ BRI
Nachzerkleinerung	m ³	t

Bei Handabbruch und Demontage von Industrieschornsteinen müssen als wesentliche Kostengrößen die aufwendigen sicherheitstechnischen Maßnahmen (Gerüste etc.) sowie der Einsatz von Hebezeugen berücksichtigt werden. Bei Schornsteinen aus mineralischen Baustoffen kann der separate Ausbau des schadstoffbelasteten Schornsteinfutters zu bedeutenden Kostenreduzierungen bei der Entsorgung der Baurestmassen beitragen.

45.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelttechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung

LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Leistungsbereich
Nr.

45 50 00 Abbruch von Industrieschornsteinen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
45 51 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01 maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Industrieschornsteinen erforderli- chen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
45 52 00	Bauwerksabbruch					
	01 Abbruch von Industrieschornsteinen	m³ BRI	35,17	156,85	86,74	3
	inkl. Entsorgung		68,21	156,85	x 1,3	
	Höhe:					
	bis 20 m		68,21	156,85	x 1,0	
	über 20 bis 50 m				x 1,2 *	
	über 50 m				x 1,4 *	
	Wandstärke:					
	bis 0,50 m		#	#	x #	
	über 0,50 m		35,17	156,85	x 1,0	
	Konstruktion:					
	Mauerwerk		35,17	156,85	x 1,0	
	Stahl				x 0,9 *	
	Stahlbeton				x 1,2 *	
	Zugängigkeit:					
	unbegrenzter Raum				x 1,0 *	
	begrenzter Raum				x 1,3 *	
	sehr stark begrenzter Raum				x 1,6 *	
	konstr. Besonderheiten:					
	Stahlkonstruktionen, Rohre etc. (nach Aufwand)		#	#	x #	
	Emissionsschutz (nach Aufwand)		#	#	x #	
02	Abbruch und Entsorgung von Stahlteilen am Schornstein	t	92,03	92,03	92,03	1

keine Kostendaten vorhanden

* Daten aus LB 1997 / 1998

45.6 Abbruch von Silos und (Hoch-) Behältern

45.6.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Silos und (Hoch-) Behälter sind zumeist aus Stahl oder Stahlbetonfertigteilen gefertigt. Sie werden vorzugsweise mittels Demontage zurückgebaut. Dies erfordert in den meisten Fällen ein vollständiges Einrücken des Behälters, um die erforderlichen Trennschnitte anzubringen, sowie die Vorhaltung eines geeigneten Hebezeuges. Die Trennschnitte können in Abhängigkeit von Materialart und Zugänglichkeit durch Scherschneiden, Thermisches Trennen oder Hochdruckschneiden erfolgen.

Eine weitere Alternative stellt das Abtragen mit hydraulischen Geräten dar, mit denen sowohl Stahlkonstruktionen (Schrottschere) wie auch Mauerwerk und Beton (Betonbrecher) abgetragen werden können. Bei hohen aus monolithischem Stahlbeton bestehenden Behältern kann neben dem Einschlagen mit der Stahlmasse auch die Sprengtechnik angewendet werden. Günstig für den Einsatz der Sprengtechnik ist das Vorhandensein von Stützen oder größeren Öffnungen im unteren Bereich des Abbruchobjektes.

Vor dem Rückbau ist die ordnungsgemäße Entleerung und Reinigung von Silos und Behältern zu prüfen, bzw. seitens des Bauherrn nachzuweisen (s. Leistungsbereich 47-00-00 „Industriereinigung“). Ist eine vollständige Reinigung nicht möglich, so sind die sich daraus ggf. ergebenden Gefahren für das Personal und die Umwelt zu bewerten und geeignete Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen vorzusehen (s. Leistungsbereich LB 22-00-00 „Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutzmaßnahmen“).

45.6.2 Kostenermittlung

45.6.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von Silos und (Hoch-) Behältern	m ³ feste Masse	
Trennschnitte	m	
Nachzerkleinerung	m ³	t

45.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelttechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus

LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Leistungsbereich
Nr.

45 60 00 Abbruch von Silos und Hochbehältern

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
45 61 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01 maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Silos und Hochbehältern erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
45 62 00	Bauwerksabbruch					
	01 Abbruch von Silos und Hochbehältern	m³	#	#	#	0
	Höhe:					
	bis 20 m				x 1,0 *	
	über 20 bis 50 m				x 1,2 *	
	über 50 m				x 1,3 *	
	Konstruktion:					
	Mauerwerk				x 0,9 *	
	Stahl / Leichtmetall				x 1,0 *	
	Stahlbeton				x 0,8 *	
	Stahlbetonfertigteile				x 0,9 *	
	konstr. Besonderheiten:					
	Stahlkonstruktionen, Rohre etc. (nach Aufwand)				x #	
	Stützen (nach Anzahl und Dimension)				x #	
	Träger (nach Anzahl und Dimension)				x #	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2 *	
	dreiseitig				x 1,0 *	
	allseitig				x 1,0 *	
	Emissionsschutz (nach Aufwand)				x #	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

45.7 Abbruch von kompakten Bauwerken

45.7.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Zu den kompakten Bauwerken zählen u. a. Bunker, Schwergewichtsmauern, Maschinenfundamente, Widerlager und Stützmauern. Charakteristisch für diese aus Stahlbeton, Beton oder Mauerwerk bestehenden Bauwerke sind ihre massiven Abmessungen, die 1 m zumeist nicht unterschreiten. Leistungen zum Rückbau von Erdbunkern sind dem Leistungsbereich 46-30-00 „Abbruch von Tiefbauten“ zugeordnet.

Kompakte Bauwerke werden vorzugsweise gesprengt. Sollten die örtlichen Randbedingungen dies nicht zulassen, so können expandierende Gemische oder das Hydraulische Spalten angewendet werden. Die Nachzerkleinerung kann durch Einschlagen mittel Stahlmasse oder Pressschneiden erfolgen.

45.7.2 Kostenermittlung

45.7.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von kompakten Bauwerken	m ³ feste Masse	
Nachzerkleinerung	m ³	t

LEISTUNGSBEREICH 45-70-00		ABBRUCH VON KOMPAKTEN BAUWERKEN	
BASISKOSTEN			
Kostenansatz K [€/m³]			
37,60			
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN			
Wand- Deckenstärken		Faktor f ₁	
bis 2 m		1,0	
über 2 m		1,3	
Konstruktionsart		Faktor f ₂	
Mauerwerk		1,0	
Stahlbeton		1,2	
Standortbedingungen (Zugängigkeit, Sicherungs- und Schutzmaßnahmen)		Faktor f ₃	
günstig		1,0	
ungünstig		1,2	
Sonderzuschlag		Variable sz ₁	
eingebaute Konstruktionen		1,1-1,2	
Kosten LB 45-70-00		= Menge [m³] x K[€/m³ BRI] x f ₁ x f ₂ x f ₃ x sz ₁ =	
		€	

45.7.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Leistungsbereich
Nr.

45 70 00 Abbruch von kompakten Bauwerken

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
45 71 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von kompakten Bauwerken erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
45 72 00	Bauwerksabbruch					
01	Abbruch von kompakten Bauwerken, laden, transportieren zum Zwischenlager	m³	6,60	182,60	37,55	24
	Wandstärken:					
	bis 2 m		6,80	182,60	x 1,0	
	über 2 m				x 1,3 *	
	Deckenstärken:					
	bis 2 m		6,80	182,60	x 1,0	
	über 2 m				x 1,3 *	
	Konstruktion:					
	Mauerwerk		13,10	182,60	x 1,0	
	Beton				x 1,2 *	
	Stahlbeton		6,80	72,40	x 1,2	
	konstr. Besonderheiten:					
	eingebaute Stahlkonstruktionen (nach Art und Größe)		#	#	x #	
	Stützen (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Träger (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Unter-, Oberzüge (nach Anzahl und Dimension)		#	#	x #	
	Innenwände:					
	Mauerwerk		22,70	23,20	x 1,0	
	Beton / Stahlbeton				x 1,2 *	

LB-AF Leistungsbereich

Nr.

45 70 00 Abbruch von kompakten Bauwerken

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Deckenkonstruktion:					
	Stahlbeton		22,70	28,10	x 1,0	
	Gewölbe		26,80	26,80	x 0,8	
	Zugängigkeit:					
	einseitig				x 1,2 *	
	zweiseitig				x 1,2 *	
	dreiseitig / allseitig		22,70	28,10	x 1,0	
	Emissionsschutz (nach Aufwand)		#	#	x #	
02	Abbruch eines Bunkers (35 m³ BRI)	m³ BRI	30,00	62,78	45,88	3
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

45.8 Abbruch von Fundamenten

45.8.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Fundamente als Gründung von Bauwerken können als Streifen- und Einzelfundamente sowie als Bodenplatte hergestellt werden. Massiv ausgebildete Maschinenfundamente sind dem Leistungsbereich 45-70-00 „Abbruch von kompakten Bauwerken“ zugeordnet.

In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten und der geplanten Folgenutzung ist auch ein Teilabbruch von Fundamenten bis zu einer definierten Tiefe unter Geländeoberkante möglich.

Die Kosten für den Abbruch von Fundamenten sind abhängig von Materialart und –stärke wie auch von der Zugänglichkeit und dem gewählten Abbruchverfahren. Fundamente aus Mauerwerk werden häufig mittels Hydraulikbagger mit Tieflöffelausrüstung abgebrochen. Bestehen die Fundamente aus (Stahl-) Beton, ist die Zerkleinerung mit einem Hydraulikmeißel sinnvoll. Bei kompakten Fundamenten erfolgt der Abbruch mittels Sprengung, expandierenden Gemischen und durch Hydraulisches Spalten.

45.8.2 Kostenermittlung

45.8.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rückbau von Fundamenten	m³ feste Masse	t
Rückbau von Streifenfundamenten	m²	m
Nachzerkleinerung	m³	t

LEISTUNGSBEREICH 45-80-00	ABBRUCH VON FUNDAMENTEN
BASISKOSTEN	
Kostenansatz K [€/m³]	
23,80	
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN	
Konstruktionsart	Faktor f ₁
Mauerwerk	1,0
Beton	1,0
Stahlbeton	1,5
Standortbedingungen (Zugängigkeit, Sicherungs- und Schutzmaßnahmen)	Faktor f ₂
günstig	1,0
ungünstig	1,8
Sonderzuschlag	Variable sz ₁
Handabbruch	8 - 13
Kosten LB 45-80-00 = Menge [m³] x K[€/m³] x f ₁ x f ₂ x sz ₁ = _____ €	

45.8.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 40-00-00	Dekontamination im Zuge des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Leistungsbereich

Nr.

45 80 00 Abbruch von Fundamenten

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl	
45	81	00	Maßnahmespezifische Baustellen- einrichtung					
		01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Fundamenten erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
45	82	00	Fundamentabbruch					
		01	Abbruch von Fundamenten ab OK Gelände	m³	2,80	685,54	23,79	224
			Konstruktion:					
			Mauerwerk / Beton	2,80	130,60	x 1,0		
			Stahlbeton	4,30	198,30	x 1,5		
			Abbruchmethode:					
			Handabbruch				x 13,0 *	
			Geräteinsatz	3,07	198,30	x 1,0		
			Sprengen	#	#	x #		
			Zugängigkeit:					
			gut	3,07	129,40	x 1,0		
			schlecht	80,02	198,30	x 1,8		
			Vorzerkleinerung:					
			0 - 200 mm	3,07	63,87	x 1,1		
			Emissionsschutz (nach Aufwand)	#	#	x #		
			inkl. Entsorgung	6,23	57,54	x 1,1		
		02	Stützenfundamente abbrechen, laden, trans- portieren und entsorgen	m³	1,34	66,89	29,28	14
		03	Einzelfundamente und Flächenbefestigungen aus Beton aufbrechen und entsorgen	m³	30,68	57,26	43,85	5
		04	Betonfundamente von mehreren kleinen Ein- zelbauwerken (Gartenhütte, Zäune, Schaukeln, Pflaster etc.) abbrechen, lösen, laden und abtransportieren (Transportweg bis 40 km)	m³	103,90	317,95	156,34	10
			Beton	103,90	205,13	x 1,0		
			Stahlbeton	168,80	317,95	x 1,5		
		05	Streifen-, Punkt- und Flächenfundamente aufbrechen, transportieren und entsorgen bis 1 m u. GOK; (m² = Grundfläche des Gebäudes)	m²	1,10	9,97	3,76	34
		06	Betonplatte mit Streifenfundament abbrechen, laden, transportieren und entsorgen	m²	5,72	19,19	10,34	5
		07	Betonsockel abbrechen inkl. Stahlrohrgeländer, Streifenfundament, 2 Betonpoller und Entsor- gung/ Verwertung	m	7,19	18,59	14,15	3
		08	Fundamente aus Beton / Mauerwerk rückbau- en, vorzerkleinern, aufnehmen und der Bre- cheranlage zuführen, Brechen auf Korngröße 125 mm, Aussortieren von Fremdbestandteilen	t	6,61	15,43	11,48	6
# keine Kostendaten vorhanden								
* Daten aus LB 1997 / 1998								

46 Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten

46.1 Rückbau von Verkehrsflächen

46.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Das Leistungsregister für den Abbruch von Verkehrsflächen umfasst neben dem Aufbruch von Straßen, Wegen und Plätzen auch die Demontage von Entwässerungsrinnen, Bordsteinen, Markierungen und sonstigen Verkehrseinrichtungen. Verkehrsflächen können durch hydraulisch oder bituminös gebundene Baustoffe (Beton, Asphalt), durch Platten oder Pflaster befestigt sein.

Die Abgrenzung von teerfreien und teerhaltigen Asphaltbelägen kann mittels Teer-Schnellerkennungsgerät (TSE-Test) durchgeführt werden. Für den Ausbau teerhaltiger Straßenbaustoffe kommen nur staubarme Arbeitsverfahren zur Anwendung. Es sind besondere Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

Der Abbruch von hydraulisch gebundenen Befestigungen kann mittels Hämmern und Meißeln erfolgen. Bituminöse Beläge werden abgefräst oder nach Anordnung von Trennschnitten mittels Tieflöffel entfernt. Platten und Pflasterbeläge können auf kleinen Flächen mit Hilfe von Handgeräten aufgenommen werden. Große Flächen werden zumeist durch Bagger mit Tieflöffelausrüstung aufgebrochen.

46.1.2 Kostenermittlung

46.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Verkehrsflächen abbrechen	m ²	
Verkehrsflächen schneiden oder abkanten	m	
Deckschichten lösen, zerkleinern, transportieren und entsorgen	m ³	t
ungebundene Verkehrswege / Wegeunterbau lösen, aufnehmen, transportieren	m ³	
Pflaster- und Plattenbeläge entfernen	m ²	
Randbefestigungen entfernen	m	
Verkehrseinrichtungen entfernen	Stck.	
Markierungen auf Verkehrsflächen beseitigen	m	

LEISTUNGSBEREICH 46-10-00	RÜCKBAU VON VERKEHRSFLÄCHEN
BASISKOSTEN	
Fläche [m ²]	Kostenansatz K [€/m ²]
(keine Abstufungen)	4,60
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN	
Baustoff	Faktor f ₁
Steinplatten, -pflaster	0,5
Bordsteine	0,5
Asphalttragschicht	1,0
Asphaltdeckschicht	1,3
Beton	1,4
Standortbedingungen (Zugängigkeit, Sicherungs- und Schutzmaßnahmen)	Faktor f ₂
günstig	1,0
ungünstig	1,5
Sonderzuschlag	Variable sz ₁
Stahlbewehrung	1,1
Kosten LB 46-10-00 = Fläche[m ²] x K[€/m ²] x f ₁ x f ₂ x sz ₁ = _____ €	

46.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 10 00 Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl	
				min	max	mittel		
46	11	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Verkehrsflächen erforderlichen Gerätschaften	psch.			1406,00 *	
46	12	00	Abbruch von Verkehrsflächen allgemein					
		01	Verkehrsflächen abbrechen	m²	0,72	43,08	4,64	102
			Baustoff:					
			Steinplatten, Pflaster		1,43	4,24	x 0,5	
			Bordsteine		0,72	5,37	x 0,5	
			Asphalt-Deckschicht		1,35	22,38	x 1,3	
			Asphalt-Tragschicht		1,07	22,38	x 1,0	
			Beton		1,16	43,08	x 1,4	
			Bauteildicke:					
			bis 5 cm				x 0,9 *	
			5 cm bis 20 cm		1,35	43,08	x 1,0	
			über 20 cm		4,80	11,33	x 1,5	
			konstr. Besonderheiten:					
			Stahlbewehrung				x 1,1 *	
			Standortbedingungen:					
			gut		1,16	43,08	x 1,0	
			schlecht		9,45	22,38	x 2,1	
			Emissionsschutz (nach Aufwand)		#	#	x #	
		02	Mineralgemisch (Straßenunterbau < 25 cm) ausheben, seitlich lagern und nach Abschluss der Arbeiten wieder einbauen, inkl. Verdichtung	m²	7,50	29,30	18,05	8
		03	Straßenunterbau (d < 30 cm) aufbrechen, aufnehmen, abfahren und verwerten	m²	0,01	11,57	5,60	9
		04	Flächen reinigen, nicht festhaftende Schichten lösen, anfallende Stoffe beseitigen	m²			0,36 *	
46	13	00	Abbruch bituminös gebundener Verkehrsflächen					
		01	Bituminöse Deckschichten schälen und fräsen, Fläche reinigen, Fräsgut entsorgen	m²	1,10	150,81	36,24	26
			kaltfräsen		#	#	x #	
			warmfräsen		#	#	x #	
			keine Angabe		1,80	150,81	x 1,0	
			Tiefe:					
			< 10 mm		1,80	130,50	x 1,0	
			10 - 30 mm		#	#	x #	
			30 - 45 mm		#	#	x #	
			> 45 mm		#	#	x #	
		02	Bituminöse Schwarzdecke lösen	m²	0,71	5,69	1,87	15
			Tiefe:					
			< 15 cm		0,71	4,12	x 1,0	
			15 - 30 cm		0,94	5,69	x 1,6	
		03	Bituminöse Schwarzdecke (d < 30 cm) schneiden, aufbrechen, aufnehmen und zum Bereitstellungslager transportieren	m²	10,40	63,38	30,37	12
		04	Bituminöse Schwarzdecke separat vom Unterbau gewinnen, zerkleinern, abtransportieren und verwerten / entsorgen	m³	12,78	110,25	36,37	13

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 10 00 Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Bituminöse Trag- und Tragdeckschichten aufbrechen (d = 5 - 15 cm, tw. beschädigt oder angeschnitten), lösen, laden und einer Verwertung zuführen; Transport bis 40 km	m²	0,78	22,38	6,42	35
06	Bituminöse Befestigungen (auch auf Bauwerken) aufbrechen, aufnehmen mit Tragschicht / Unterbau aus Mineralgemisch, transportieren und auf Baufeld abkippen Gesamtaufbruchtiefe:	m²	0,38	69,28	5,36	56
	< 10 cm		#	#	x #	
	10 - 30 cm		1,32	25,00	x 1,0	
	30 - 50 cm		#	#	x #	
	50 - 80 cm		0,38	7,20	x 1,1	
	> 80 cm		#	#	x #	
	einschl. Entsorgung		9,28	53,20	x 4,3	
07	Bituminöse Schwarzdecken aus Oberflächenbefestigung und Wegen abbrechen, aufnehmen und in der Brecheranlage vor Ort zerkleinern	t	2,07	10,46	5,18	19
08	Teerhaltige Schwarzdecke lösen und aufnehmen Tiefe:	m²	0,64	9,20	1,40	28
	< 15 cm		0,64	2,92	x 1,0	
	15 - 30 cm		0,94	6,66	x 2,2	
09	Teerhaltige Asphaltschichten lösen, laden, zum Entsorger/ Verwerter transportieren und abkippen	t	50,13	50,13	50,13	1
10	Entfernung von Gussasphaltestrich, inkl. Transport und Entsorgung	m²	8,00	21,85	15,38	3
11	Asphaltschnitt herstellen in bituminöser Trag-/ Deckschicht	m	4,55	32,50	9,78	24
12	Bituminösen Oberbau senkrecht schneiden und abkanten, schichtweise abtreppen (inkl. anfallende Stoffe beseitigen) Dicke:	m	12,00	36,00	19,07	8
	< 8 cm		#	#	x #	
	8 - 32 cm		12,00	36,00	x 1,0	
	> 32 cm		#	#	x #	
13	Ränder senkrecht abkanten und an Einbauten nacharbeiten	m	#	#	#	0
14	Seitliches Versiegeln der Bruchkanten der verbleibenden Restfläche mit Haftkleber auf Bitumenbasis durch Anspritzen oder Anstreichen	m	2,80	2,80	2,80	1
46 14 00	Abbruch hydraulisch gebundener Verkehrsflächen					
01	Betondecke aufbrechen und aufnehmen Tiefe:	m²	1,69	62,22	4,53	39
	< 30 cm		2,07	9,80	x 1,0	
	30-60 cm		4,60	21,48	x 2,5	
	inkl. Entsorgung		3,83	10,15	x 1,1	
	inkl. Schneiden und Transport zum Zwischenlager		6,43	62,22	x 7,0	
02	Betondecke zertrümmern	m²	#	#	#	0
03	Betondecke entspannen durch Zertrümmern	m²	#	#	#	0
04	Platten aus Betonfertigteilen aufbrechen und aufnehmen	m²	0,72	21,88	3,60	42
05	Platten aus Betonfertigteilen mit Stahlrahmen aufbrechen und aufnehmen	m²	#	#	#	0
06	Flüssigkeitsdichte Fahrbahn aus Beton aufbrechen und aufnehmen	m²	16,50	20,00	18,25	2
07	Unbewehrter Beton (Wegeunterbau) lösen, laden und transportieren (Transportweg bis 40 km)	m³	43,12	147,59	106,02	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 10 00 Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	08	Betondecke senkrecht in voller Aufbruchtiefe schneiden	m	9,71	21,77	17,22	7
	09	Bruchflächen der belassenen Decken aus Beton senkrecht und fluchtgerecht bearbeiten	m	#	#	#	0
46 15 00		Aufbruch von Pflaster- und Plattenbelägen					
	01	Pflaster aufbrechen und aufnehmen (inkl. Bettung) Fläche:	m ²	0,18	30,68	4,98	65
		< 10 m ²		5,93	30,68	x 2,3	
		> 10 m ²		0,18	26,09	x 1,0	
		Art:					
		Großpflaster		0,33	15,00	x 0,8	
		Kleinpflaster		0,18	0,95	x 0,4	
		Mosaikpflaster		4,68	30,68	x 2,3	
		Verbundpflaster		4,90	5,00	x 1,0	
	02	Pflaster (Verbundsteinpflaster) ausbauen, seitlich lagern und wieder einbauen Fläche:	m ²	11,18	99,21	49,33	11
		< 1 m ²		11,18	99,21	x 1,1	
		< 10 m ²		#	#	x #	
		über 10 m ²		27,81	81,81	x 1,0	
	03	Pflaster aufbrechen, aufnehmen (inkl. Bettung) und abtransportieren, Transportweg bis 40 km Fläche:	m ²	2,09	129,80	22,66	25
		< 10 m ²		15,71	129,80	x 1,0	
		> 10 m ²		#	#	x #	
		Art:					
		Großpflaster		2,09	129,80	x 1,0	
		Kleinpflaster		2,09	33,37	x 0,7	
		Mosaikpflaster		#	#	x #	
	04	Plattenbelag aufnehmen incl. Bettung ohne Bettung Fläche:	m ²	0,71 2,62 0,71	21,72 21,72 9,42	3,36 x 2,2 x 1,0	48
		< 10 m ²		#	#	x #	
		> 10 m ²		0,71	21,72	x 1,0	
	05	Pflaster/ Plattenbeläge (inkl. Sandbettung) fachgerecht rückbauen, säubern, laden, zum Zwischenlager transportieren und lagern (Transportentfernung 4,5 km), Fläche > 10 m ² Art:	m ²	6,14	52,02	25,69	32
		Betonplatten		8,30	48,77	x 1,0	
		Betonverbundpflaster		6,14	42,26	x 0,7	
		Natursteinplatten		11,90	48,77	x 1,2	
		Natursteinpflaster		11,90	39,01	x 1,1	
		Klinker		11,90	52,02	x 1,1	
	06	Beton- / Waschbetonplatten, inkl. Sand- / Schotterbett aufnehmen, laden und abtransportieren, inkl. Verwertung / Beseitigung	m ²	3,32	9,42	5,85	6
	07	Einzelne Betonplatten (Größe: 0,2x0,2m bis 0,4x0,4m) rückbauen, säubern und auf Grundstück zwischenlagern	Stck.	5,25	20,51	14,65	5
	08	Rasengittersteine und Gehwegplatten ausbauen, laden und entsorgen	m ²	1,53	4,09	2,39	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 10 00 Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro		Daten-
						max	mittel	anzahl
46	16	00	Abbruch von ungebundenen Verkehrsflächen					
		01	Ungebundene Verkehrsflächen aufnehmen, Transport bis zu 40 km Baustoff:	m³	6,81	110,56	58,95	14
			Kiessand		20,38	110,56	x 1,0	
			Schotter		#	#	x #	
			gebrochener Naturstein		#	#	x #	
			Schlacke		#	#	x #	
			Setzpacklage		#	#	x #	
		02	Schottertragschicht rückbauen, laden und transportieren (Material geht in Besitz des AN über)	m³	1,56	23,11	6,48	25
		03	Wegeunterbau (Sand, Kies; ungebunden) lösen, laden und transportieren (Transportweg bis 40 km)	m³	#	#	#	0
		04	Provisorischen Geh- und Radweg rückbauen, Lösen der eingebauten Materialien (Oberbau, Trennfließ etc.), laden, transportieren und entsorgen / verwerten	m²	0,39	4,36	2,11	5
46	17	00	Borde, Einfassungen und Entwässerungsrinnen					
		01	Bordstein aufnehmen	m	1,30	22,97	8,52	39
			inkl. Bettung		2,10	22,97	x 1,0	
			ohne Bettung		#	#	x #	
			Material:					
			Beton		1,30	22,97	x 1,0	
			Naturstein		7,06	17,90	x 1,3	
			Asphalt		7,06	17,90	x 1,3	
		02	Hochborde inkl. Fundament abbrechen und entsorgen	m	1,59	5,25	3,29	8
		03	Tiefborde in Beton versetzt aufnehmen, säubern und seitlich lagern	m	5,27	20,45	10,42	6
		04	Betonkantensteine und Pflastersteine einschl. Betonbettung als Randbegrenzung aufnehmen, zerkleinern (max. 30 cm), verladen, inkl. Transport und Entsorgung	m	0,50	2,27	1,54	4
		05	Rasenkanten- und Pflastersteine aus Beton einschl. Betonbettung rückbauen, säubern, laden, zum Zwischenlager transportieren und lagern, Transportweg bis 5 km	m	3,07	32,51	11,04	14
		06	Klinker-Randsteine inkl. Bettung abbrechen, lösen, laden und abtransportieren, Transportweg bis 40 km	m	5,00	32,51	13,31	5
		07	Entwässerungsrinne aufnehmen	m	3,07	13,80	7,44	15
			inkl. Bettung		3,07	13,80	x 1,0	
			ohne Bettung		#	#	x #	
			Einzellängen:					
			< 5 m		3,07	13,04	x 1,0	
			5 - 10 m		#	#	x #	
			10 - 20 m		#	#	x #	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 10 00 Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
46 18 00 01	Verkehrseinrichtungen Verkehrseinrichtung entfernen incl. Fundamente und Befestigungen Art:	Stck.	33,23	575,20	61,85	31
	Ampeln		#	#	x #	
	Fahrbahnnägel		#	#	x #	
	Inselköpfe		#	#	x #	
	Leitpfosten		#	#	x #	
	Lichtmasten Beton		33,23	100,21	x 1,0	
	Peitschenlampen		43,61	575,20	x 2,5	
	Poller		#	#	x #	
	Schutzplanken		#	#	x #	
	Verkehrsschild		#	#	x #	
	Entsorgung:					
	Lagerung auf dem Baufeld und Wiedereinbau		43,61	575,20	x 2,5	
	Zwischenlager (max. 4,5 km) und Wiedereinbau		129,80	487,66	x 2,0	
	off-site Entsorgung		33,23	100,21	x 1,0	
02	Markierung auf Verkehrsflächen beseitigen aus:	m	#	#	#	0
	Gussasphalt		#	#	x #	
	Beton		#	#	x #	
	Betonsteinpflaster/ -platten		#	#	x #	
	Natursteinpflaster/ -platten		#	#	x #	
03	Vertiefungen mit geeignetem Material ausgleichen		#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

46.2 Rückbau von Gleisanlagen

46.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Rückbau von Gleisanlagen erfolgt zumeist durch Ausbau von Gleisjochen bzw. Weichenstücken. Die Länge der Gleisjoche richtet sich nach dem vorgesehenen Transportmittel oder nach den Anforderungen an den Wiedereinbau. Beim Transport mit LKW sind Gleislängen von ca. 15 m möglich, auf Bahnwagen können Gleisjoche bis zu einer Länge von ca. 19 m transportiert werden.

Ist der Wiedereinbau der Gleisjoche vorgesehen, ist der Gleisrückbau durch Trennschneiden durchzuführen. Thermisches Trennen ist aufgrund der damit einhergehenden Gefügeveränderungen an den Schnittstellen nicht oder nur sehr bedingt geeignet. Bei der stofflichen Verwertung von Gleisen bestehen keine Anforderungen an die Verfahren des Gleisrückbaus.

Handelt es sich bei den rückzubauenden Gleisen um Gleisanlagen der Deutschen Bahn AG, so sind die DB-spezifischen Anforderungen an den Rückbau besonders zu berücksichtigen. Dazu gehören neben Handlungsan-

leitungen und Sicherheitshinweisen (z. B. Sicherheitsabstände bei Gleisanlagen mit Oberleitungen) auch die Anforderungen an das ausführende Unternehmen. Gleise, die zum Wiedereinbau vorgesehen sind, dürfen nur von zugelassenen Fachfirmen zurückgebaut werden. Ist keine Verwendung im Gleisnetz der DB AG geplant, so bestehen keine besonderen Anforderungen an die Qualifikation der ausführenden Firma.

Beim Rückbau von Gleisanlagen sind im besonderen Maße die Erfordernisse der Kampfmittelerkundung zu berücksichtigen. Gleisanlagen im Bereich von Bahnhöfen (Güter- / Verschiebebahnhof) und Ausbesserungswerken wie auch im Bereich freier Fahrstrecken waren im 2. Weltkrieg häufig Ziele von Bombenabwürfen. Neben der Auswertung von Luftbildern und der flächenhaften Freimessung der Gleisbereiche nach Entfernung von Gleisen und sonstigen Störkörpern kann hier auch die baubegleitende Kampfmittelerkundung und -räumung zum Einsatz kommen (s. LB 10-00-00).

46.2.2 Kostenermittlung

46.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Gleise / Gleisjoche rückbauen	lfm	
Gleise schneiden	m	
Bahnschwellen ausbauen	Stck.	lfm
Weichen, Radlenker, Herzstücke ausbauen	Stck.	
Gleiseinbauten, sonstige Anlagen ausbauen (Prellbock, Bremschuhe, Gleissperre)	Stck.	

46.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
46 20 00 Rückbau von Gleisanlagen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl	
				min	max	mittel		
46	21	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Gleisanlagen erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
46	22	00	Rückbau Gleise, Weichen und Schwellen					
		01	Holzschwellen und Gleise aufnehmen, Holzschwellen zur Untersuchung auf PAK im Zwischenlager lagern, einschl. Entsorgungskosten für Holzschwellen (lfm = Gleis-Doppelstrang)	lfm	3,66	196,85	16,35	38
		02	Gleise auf Holzschwellen geschraubt, demonstrieren, laden und entsorgen	m	10,00	11,00	10,50	2
		03	Gleise aus Betonfläche rückbauen und entsorgen	m	0,60	12,40	4,80	7
		04	Gleisjoche schneiden	m	4,16	4,16	4,16	1
		05	Gleisjoche ausbauen	m	2,70	5,60	4,00	3
		06	Weiche aufnehmen, zerlegen, auf Bahnwagen verladen	Stck.	1.338,50	1.647,40	1.544,43	3
		07	Gleiskreuzung ausbauen, auf Bahnwagen verladen	Stck.	1.372,80	1.372,80	1.372,80	1
		08	Holzschwellen z.T. zerstört aufnehmen und zu bereitgestellten Containern transportieren	Stck.	2,05	11,65	5,87	3
		09	Radlenker ausbauen, auf Bahnwagen verladen	Stck.	141,10	141,10	141,10	1
		10	Herzstücke einschl. Holzschwellen ausbauen, auf Bahnwagen verladen	Stck.	113,70	113,70	113,70	1
		11	Vergussmasse entfernen	m²	32,20	32,20	32,20	1
46	23	00	Rückbau sonstige Anlagen					
		01	Bremsschuhe ausbauen	Stck.	162,10	162,10	162,10	1
		02	Fahrleitungsmast des Verkehrsbetriebes sichern einschl. Wiederherstellung des Ausgangszustandes	psch.	562,42	2.967,32	1.890,37	3
		03	Gleissperren aus Gusseisen ausbauen, auf Bahnwagen verladen	Stck.	485,30	485,30	485,30	1
		04	Gleiswaage 50 t abbauen und verladen	Stck.	3.471,70	3.471,70	3.471,70	1
		05	Gleiswanne / Untersuchungsgrube aus Stahlbeton abbauen	m³	28,60	28,60	28,60	1
		06	Großflächenplatte aus Beton im Gleisbereich aufnehmen	m²	128,90	128,90	128,90	1
		07	Holzbohlenbelag im Gleisbereich aufnehmen	m²	24,60	24,60	24,60	1
		08	Kopframpe einschl. Fundamente abbauen, L = 20 m, B = 26 m, H üGOK = ca. 1,50 m, Gründungstiefe bis 2 m	Stck.	2.505,33	2.505,33	2.505,33	1
		09	Prellbock mit Verankerung demonstrieren und entsorgen	Stck.	72,00	408,20	203,44	5
		10	Schlamm, Sand, Unrat aus Untersuchungsgrube lösen, in wasserdichte Container laden	m³	124,00	124,00	124,00	1
		11	Seilspilanlage (2 Rollen) einschl. Fundamentierung demonstrieren und auf Baugelände zwischenlagern	Stck.	1.487,00	1.487,00	1.487,00	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998								

46.3 Rückbau von Tiefbauten und Außenanlagen

46.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Als Tiefbauten werden hier sämtliche unterirdisch angeordneten Anlagen und Bauwerke bezeichnet wie z. B. Tiefgaragen, Erdbunker, Schächte und (Abwasser-) Kanäle und Speicherbecken. Kellerräume zählen nicht zu den Tiefbauten. Unter Außenanlagen werden Rampen, Flächenbefestigungen und Zäune wie auch Messstellen und Brunnen erfasst.

Der Abbruch von Fundamenten wird im LB 45-80-00 beschrieben. Tiefbauten und Außenanlagen, die bestimmten Nutzungen zugeordnet werden können, werden im Leistungsbereich 43-00-00 „Demontage nutzungsspezifischer Anlagen“ aufgeführt.

Grundsätzlich erfolgt der Abbruch von Tiefbauten aus (Stahl-) Beton oder Mauerwerk entsprechend dem Abbruch oberirdischer Anlagen. Durch die erschwerte Zugänglichkeit können jedoch umfangreiche Zusatzmaßnahmen (Erdaushub) und Sicherheitsvorkehrungen (Abstützungen etc.) erforderlich werden.

Vor dem Abbruch von Kanälen, Schächten u.ä. sind diese auf das Vorhandensein von Schadstoffen zu untersuchen (z. B. Kamerabefahrung) und ggf. zu reinigen. Vor der Verwertung / Beseitigung ist die Bausubstanz auf eingedrungene nutzungsspezifische Schadstoffe zu analysieren. Leistungen im Zusammenhang mit der Inspektion, Instandsetzung und Sanierung von Kanälen finden sich im Leistungsbereich 28-00-00 „Kanalinstandsetzung und -sanierung“.

46.3.2 Kostenermittlung

46.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Unterirdische Gebäude und Anlagen abbauen	m ³	
Bodenplatten / Flächenbefestigungen abbauen	m ²	
Schächte abbauen	Stck.	
(Abwasser-) Kanäle abbauen	lfm	
Zäune und Einfriedungen zurückbauen	lfm	
Messstellen und Brunnen zurückbauen	Stck.	

46.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 02-00-00	Projektsteuerung
LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 10-00-00	Kampfmittelerkundung
LB 11-00-00	Umwelttechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik

LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 28-00-00	Kanalinstandsetzung und –sanierung
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 30 00 Rückbau von Tiefbauten und Außenanlagen

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
46	31	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für den Abbruch von Tiefbauten erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
46	32	00	Bauwerksabbruch					
		01	Abbruch von unterirdischen Gebäuden	m³			90,00 *	
			Wandstärke:					
			< 24 cm				x 1,0 *	
			> 24 cm				x 1,1 *	
			Deckenstärke:					
			< 20 cm				x 1,0 *	
			> 20 cm				x 1,1 *	
			Überdeckung:					
			< 2 m				x 1,0 *	
			> 2 m				x 1,2 *	
			Konstruktion:					
			Mauerwerk				x 1,0 *	
			Stahl				x 0,9 *	
			Beton / Stahlbeton				x 1,2 *	
			Betonfertigteile				x 0,9 *	
			konstr. Besonderheiten:					
			eingebaute Stahlkonstruktionen (nach Art und Größe)				#	
			Stützen (nach Anzahl und Dimension)				#	
			Träger (nach Anzahl und Dimension)				#	
			Unter-, Überzüge (nach Anzahl und Dimension)				#	
			Deckenkonstruktion:					
			Stahlbeton				x 1,0 *	
			Spannbeton				x 1,1 *	
			Zugängigkeit:					
			einseitig				x 1,2 *	
			zweiseitig				x 1,2 *	
			dreiseitig				x 1,0 *	
			allseitig				x 1,0 *	
			Emissionsschutz (nach Aufwand)				#	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 30 00 Rückbau von Tiefbauten und Außenanlagen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
02	Unterirdische Bauteile aus unbelastetem Stahl- beton abbrechen und entsorgen	m³	37,25	106,86	73,20	5
03	Unterirdische Bauteile aus unbelastetem Mau- erwerk abbrechen und entsorgen	m³	33,18	61,36	49,48	5
04	Unterirdische Bauwerke und Bauteile (Schäch- te, Fundamente, Kanäle etc.) aus Mauerwerk, Beton, Stahlbeton abbrechen und entsorgen	m³	40,90	173,84	89,90	96
05	Bauwerksreste unterflur (Mauerwerk, Beton, Stahlbeton) Stückgröße > 0,3 m³ lösen, laden und abtransportieren	m³	11,25	379,33	53,99	27
06	Mauerwerk unterflur abbrechen	m³	5,58	65,58	12,34	20
	Tiefe:					
	< 5 m		5,58	18,67	x 1,0	
	5-8 m		5,58	40,20	x 1,7	
	Verwertung:					
	Brechen auf 0-100 mm, auf Baufeld verfahren		15,82	65,58	x 3,6	
07	Bodenplatten aus (Stahl-) Beton aufbrechen und aufnehmen	m²	1,60	16,67	5,64	38
	Stärke:					
	< 20 cm		1,60	13,75	x 1,0	
	> 20 cm		1,70	16,67	x 1,3	
	Fläche:					
	< 1.000 m²		1,60	16,67	x 1,0	
	> 1.000 m²		#	#	x #	
	einschl. Entsorgung		7,87	16,67	x 2,2	
08	Fundamente u.GOK lösen, evtl. zerkleinern und auf Baufeld verfahren	m³	5,58	183,99	39,60	72
	Materialart:					
	Beton		5,58	183,99	x 1,0	
	Stahlbeton		5,58	107,37	x 1,1	
09	Fundamente und Gruben (Arbeitsgruben im Gleisbereich) abbrechen, lösen, aufnehmen, Transport bis 400 m	m³	16,53	97,30	39,76	20
	Materialart:					
	Beton		28,78	56,24	x 1,0	
	Stahlbeton		37,72	97,30	x 1,5	
	Ziegelmauerwerk		16,53	28,78	x 0,5	
	Aushubtiefe:					
	< 1,0 m		37,72	44,55	x 1,0	
	< 2,0 m		40,29	97,30	x 1,8	
46 33 00	Abbruch von Schächten					
01	Schächte abbrechen	Stck.	33,00	1.139,42	158,51	33
	Baustoffart:					
	Stahlbeton		45,58	1.139,42	x 1,8	
	Mauerwerk		33,00	332,00	x 1,0	
	Tiefe:					
	< 5 m		41,00	1.139,42	x 1,0	
	< 10 m		#	#	x #	
	> 10 m		#	#	x #	
02	Absetzschacht DN 1000 abbrechen (T = 1,5 m; Stahlbeton), inkl. Zerkleinerung und Transport zur Verladestelle	Stck.	45,58	800,00	245,98	12
03	Abwasserschacht für Abwasserleitung abb- brechen und entsorgen	Stck.	43,46	164,12	111,56	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 30 00 Rückbau von Tiefbauten und Außenanlagen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
04	Brunnenvorschacht DN 1500 aus Betonfertigteilen (T = 1,5 m) inkl. Abdeckung demontieren, zwischenlagern und nach Aushub und Verfüllung wieder einsetzen; während des Aushubs ist das Brunnenrohr zu erhalten / schützen	Stck.	255,65	766,94	423,01	5
05	Mauerwerksschacht als Rund- bzw. Rechteckschacht DN 1000 - 1200 rückbauen, bis 1 m u.GOK; Schachthals und -abdeckung zur Wiederverwendung, Demontage von Schachtringen bzw. Klinkermauerwerk einschl. Laden in Muldencontainer und Abtransport	Stck.	45,06	171,00	98,16	3
06	Revisionsschacht DN 1000 (T bis 3 m) abbrechen inkl. Abdeckung, lösen, laden und abtransportieren (30-40 km); nach Abbruch des Schachtes ist die Durchgängigkeit der angeschlossenen Leitungen funktionsfähig herzustellen	Stck.	122,22	800,00	345,75	15
07	Schachtbauwerk DN 2000 (T = 5 m) rückbauen / ausbauen zum späteren Wiedereinbau; inkl. Freischachten, Trennen / Verschließen der verbleibenden Leitungen, Aufladen, Transport auf Baufeld, Abladen und Säubern der einzelnen Segmente	Stck.	562,42	3.688,37	1.727,12	6
08	Sickerschacht DN 2000 abbrechen (d = 2 m; T = 4 m; Stahlbeton), inkl. Zerkleinerung und Transport zur Verladestelle	Stck.	214,74	1.139,42	547,95	5
09	Wasserzählerschacht abbrechen und entsorgen	m³	19,68	39,37	30,62	3
10	Wasserzählerschacht abbrechen und entsorgen	Stck.	43,46	164,12	111,56	5
11	Kanal-, Schachtabdeckungen und Gullys aufnehmen einschl. Entsorgung	Stck.	0,65	27,49	8,28	19
46 34 00	Abbruch von Kanälen, Dränagen und sonstigen Tiefbauten					
	Kanäle, Leitungen, Stollen:					
01	Kanäle rückbauen	m	2,00	57,67	12,38	67
	Baustoffart:					
	(Stahl-) Beton		2,20	33,23	x 1,0	
	Mauerwerk		5,11	57,67	x 1,3	
	Steinzeug		#	#	x #	
	Abmessungen:					
	< DN 500		2,20	33,23	x 1,0	
	< DN 1000		#	#	x #	
	> DN 1000		5,11	57,67	x 1,3	
	Überdeckung:					
	< 2 m				x 1,0 *	
	> 2 m				x 1,2 *	
02	Kanäle und Leitungen verschiedenen Materials im Zuge des Aushubs aufnehmen und entsorgen	m	12,78	16,38	14,56	4
03	Abwasserkanäle bis DN 200, in Längsrichtung bereits freigelegt, abbrechen, Abbruchgut lösen, laden und abtransportieren (30-40 km)	m	13,92	24,44	16,99	5
04	Abwasserkanal im Aushubbereich z.T. ölschlammgefüllt ausbauen (bis DN 300) inkl. Transport zum Waschplatz, Entleerung in flüssigkeitsdichte Container, evtl. Zerkleinerung	m	2,60	15,33	9,38	5
05	Altkanalhaltungen aus Steinzeug und Beton (verdämmt / nicht verdämmt) in der Baugrube aufnehmen	m	0,10	85,00	26,39	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 30 00 Rückbau von Tiefbauten und Außenanlagen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
06	Entwässerungsleitung rück- / ausbauen zum späteren Wiedereinbau (T = 5 m), inkl. Freischachten, Trennen / Verschließen der verbleibenden Leitung, Aufladen, Transport auf Baufeld, Abladen und Säubern der einzelnen Segmente Durchmesser: DN 400 DN 1200	m	47,45 49,37	704,82 704,82	165,86 x 1,8	12
07	Entwässerungsgraben kiesgefüllt zurückbauen (B = 2 m, T = 1 m), Aushubmaterial laden, Zwischentransport auf Baufeld	m	6,68	45,53	17,85	11
08	Entwässerungsmulde rückbauen, B = 1,75 m, H = 0,40 m	m	3,08	22,80	11,35	12
09	Förderstollen aus Ziegelmauerwerk einschl. aller Installationen, Gleise und Fundamente abbauen und entsorgen, einschl. Erdarbeiten; Stollensohle bis 5 m u GOK; BRI ~900 m³; Tunneleingang mit Stahlplatte 4x4m verschließen	Stck.	6.713,66	18.280,00	12.311,52	9
10	Schächte, Gruben und Kabelkanäle abreißen	m³	1,55	27,85	17,12	5
11	Abschottung bei Abbruch von Beton- und Mauerwerkskanälen vertikal und fugendicht aus Mauerwerk herstellen < DN 500 < DN 2000	Stck.	36,85 139,22	1.345,31 1.345,31	134,91 x 4,5	38
12	Abschottung vertikal und fugendicht herstellen aus Vorschweißbund und Flanschverbindung bei Abbruch von Stahlleitungen DN 700	Stck.	41,83	828,29	290,99	19
13	Verschließen von Leitungen DN 100 - 350 mittels Kappen und Deckeln	Stck.	13,53	512,30	117,90	10
14	Dämmung liefern und einbringen	m³	53,82	128,16	87,65	7
15	GW-Messstellen, Brunnen: Brunnenrohre DN 400 der Absenkbrunnen ausbauen abschnittsweise mit Baufortschritt, Lagerung zum möglichen Wiedereinbau, einschl. Rückbau der Brunnenhäuser, Ölaufangbehälter und Ölabschöppumpen, Tiefe i.M. 10 m	m	15,77	148,80	73,92	19
16	Grundwassermessstelle PVC 5" überflur mit Betonsockel abbauen und entsorgen; Ausbautiefe bis 10 m; Verdämmung von 10-7 m u.GOK	Stck.	158,60	1.329,37	807,08	9
17	Grundwassermessstelle PVC im Zuge des Aushubs rückbauen und sichern; Verrohrung in Höhe der Aushubsohle abtrennen und entsorgen; verbleibende Rohrstrecke mit sauberen Bodenmaterial verfüllen oder abdecken	Stck.	85,22	230,08	134,88	11
18	Grundwassermessstelle rückbauen und entsorgen, inkl. vollständiges Ziehen der Pegelrohre und ggf. überbohren	Stck.	1.150,00	1.450,00	1.300,00	2
19	GW-Pegel 1,50 m u.GOK trennen und verbleibende Pegel 2-malig mit Hochdruckinjektion verpressen	Stck.	58,80	1.043,46	408,53	11
20	Pegelrohre ausbauen (Aufsatz- und Filterrohre) abschnittsweise mit Baufortschritt, Lagerung zum möglichen Wiedereinbau Tiefe i.M. 15 m	Stck.	15,77	141,19	77,05	19

LB-AF Nr. Leistungsbereich

46 30 00 Rückbau von Tiefbauten und Außenanlagen

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
46	35	00	Abbruch von Zäunen und sonstigen Außenanlagen					
		01	Betonstützwand (je 2,5 m³) als Einfassung der Vorflutverrohrung abbrechen, laden, transportieren und entsorgen	Stck.	65,19	281,21	125,62	5
		02	Einfriedung aus Hohlbetondielen rückbauen, h = 2 m	lfm	9,60	9,60	9,60	1
		03	Einfriedung, Mauerwerk aus Naturstein, Beton, Ziegel, rückbauen	m³			46,02 *	
		04	Laderampe aus (Stahl-)Beton / Mauerwerk einschl. aller Installationen, Einbauten und Fundamente abbrechen und entsorgen, (Fundamente bis 1,5 m u GOK; umbautes Volumen ~150 m³; einschl. Erdarbeiten	psch.	1.500,00	8.161,34	4.092,89	10
		05	Leitungen und Kabel aus Außenanlagen abräumen	m			7,67 *	
		06	LKW-Waage abbrechen und zerkleinern	psch.	163,17	4.560,72	1.486,63	18
		07	Fahnenmast komplett inkl. Fundament abbrechen und entsorgen	Stck.	23,08	63,91	50,84	5
		08	Zaun (Maschendraht) mit Fundamentbeton aufnehmen, h < 2 m; zur Wiederverwendung seidl. lagern in bereitgestellte Container laden einschl. Entsorgung	lfm	0,05	19,26	6,53	52
		09	Zaun (Maschendraht) mit Fundamentbeton aufnehmen, h > 2 m; zur Wiederverwendung seidl. lagern in bereitgestellte Container laden einschl. Entsorgung	lfm	4,09	22,97	9,12	6
		10	Zaun (Maschendraht) inkl. Rahmen und Unterkonstruktion demontieren, laden, zum Aufbewahrungslager transportieren (max. 4,5 km) und zum Wiedereinbau lagern, Höhe bis 2,5 m	m	6,60	21,73	12,73	10
		11	Zaun (Holz) mit Fundamentbeton aufnehmen; zur Wiederverwendung seidl. lagern	m	6,60	84,48	18,07	20
		12	Zaun (Metall) inkl. Rahmen und Unterkonstruktion; h = 1,5 m demontieren, laden, zum Zwischenlager transportieren (max. 4,5 km) und zum Wiedereinbau lagern	m	6,60	65,02	32,20	5
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998								

47 Industriereinigung

Die Industriereinigung ist im Rahmen der Flächenentwicklung insbesondere als vorbereitendes Gewerk beim selektiven Rückbau und bei der Stilllegung von Industrieanlagen von Bedeutung. Der Leistungsbereich Industriereinigung gliedert sich in Abhängigkeit der zu reinigenden Anlagenteile in fünf Teilleistungsbereiche. Ein sechster Teilleistungsbereich beschreibt Leistungen, die im Zusammenhang mit der Stilllegung von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen stehen.

Der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen im Rahmen der Industriereinigung hat unter Berücksichtigung der einschlägigen rechtlichen Bestimmungen des Gefahrstoff- und Wasserrechts zu erfolgen. Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAwS) formulieren Anforderungen an die Ausstattung, den Betrieb und die Prüfpflichten für Anlagen, in denen wassergefährdende Stoffe gelagert, umgeschlagen oder abgefüllt werden. Die VAwS regelt darüber hinaus auch die Anforderungen an Sachverständige und Fachbetriebe gemäß § 19 i / I WHG.

Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) legt Maßnahmen zur Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und zur Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes fest. Für den Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten sind zusätzlich die Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF) zu beachten.

Für Arbeiten zur Oberflächenbehandlung und Reinigung in Räumen und Behältern legt die TRGS 507 u. a. für brennbare, explosionsgefährliche, giftige, gesundheitsschädliche und umweltgefährdende Stoffe Maßnahmen zum technischen, organisatorischen und personenbezogenen Arbeitsschutz sowie zur messtechnischen Überwachung fest. Es werden die Anforderungen an die Leitung, Aufsicht und Koordination der Arbeiten, an die Entsorgung anfallender Abfälle wie auch an die Zugänglichkeit der Arbeitsbereiche in Räumen und Behältern formuliert.

„Räume“ im Sinne der TRGS 507 sind:

- Behälter (Tanks, Apparate, Kessel)
- fensterlose Bauwerke, Silos, Bunker, Räume
- Hohlräume in Bauwerken und Maschinen
- Auffangräume (z. B. Tanktassen)
- Schächte, Gruben, Kanäle, Rohrleitungen
- Abwasserbehandlungsanlagen

Als Hilfsmittel zur Planung und Ausführungsüberwachung stellt die TRGS 507 eine Kontrollliste zur Verfügung. Dort werden die Informationen zu den Baustellenbedingungen und vorgesehenen Schutzmaßnahmen abgeprüft; die Verantwortlichkeiten für die Messtechnische Überwachung und Aufsicht werden festgeschrieben. Die Überprüfung der Einhaltung der festgelegten Schutzmaßnahmen ist vom Aufsichtführenden und Arbeitgeber (-vertreter) für den jeweiligen Arbeitsbereich schriftlich zu bestätigen.

Nachfolgend werden die wesentlichen Reinigungstechnologien mit Hinweis auf die Hauptanwendungsbereiche beschrieben. Mechanische Abrasionsverfahren wie z. B. Fräsen und Abschälen werden im Leistungsbereich 40-10-00 „Dekontamination im Rahmen des Rückbaus“ beschrieben.

Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen werden im Leistungsbereich 22-00-00 erfasst.

Wasserhochdruck-Strahlen

Mit dem Einsatz der Wasserhochdruckreinigung werden z. B. industriell genutzte Leitungen, Apparate, Behälter, Tanks, Kleinteile und Böden von Verschmutzungen, Ablagerungen und Verkrustungen unter Einsatz diverser

Zusatzgeräte wie Tankwaschköpfe, Rotationswaschköpfe, Düsen sowie Wasserpistolen etc. abgereinigt. Die in der Praxis eingesetzten Wasserhochdruckreinigungsgeräte arbeiten mit einem Druckbereich von 150 – 2.500 bar und einer Wasserleistung von 14 – 650 l/min. Saugfähige Reststoffprodukte werden vorab mit einem GGVS zugelassenen Saug-Druck-Tankwagen abgesaugt und befördert.

Zusätzlich zum Wasser beigefügte Reinigungsmittel wie Tenside können die Reinigungsleistung verstärken. Die chemisch- physikalische Eigenschaft des einzusetzenden Reinigungsmittel richtet sich nach dem zu entfernenden Schadstoff / Reststoff. Grundsätzlich unterscheidet man alkalische, saure oder neutrale Reinigungsmittel mit hydrophilen bzw. hydrophoben Charakter.

Spezielle Heißwasser-Hochdruck-Reinigungsgeräte arbeiten mit Drücken bis 800 bar und Temperaturen bis 98°C. Sie kommen bei der Reinigung von Behältern, Rohren, Wärmetauschern, Dächern, Fassaden und Böden zum Einsatz. Für jeden Anwendungsbereich stehen geeignete Strahldüsen und Strahlköpfe zur Verfügung. Mittels Heißwasser-Hochdruck-Reinigung können Graffiti, Altanstriche, Kleber, Öle, Fette und Produktreste entfernt werden.

Zur Minimierung des Frischwasserverbrauchs ist der Einsatz einer mobilen Wasseraufbereitungsanlage zweckmäßig (s. Leistungsbereich 53-00-00).

Trocken-Strahlverfahren

Das Trockenstrahlen dient zur schonenden Reinigung von z. B. Turbinen, Kessel, Frischdampfleitungen und Verdichter. Es wird damit bevorzugt angewendet, wenn eine weitere Verwendung der zu demontierenden Anlagen vorgesehen ist.

Als Strahlmittel kommen Schmelzkammerschlacke, Granatsand, Korund oder Glasperlen zum Einsatz. Es werden Betriebsdrücke bis maximal 10 bar aufgebracht.

Trockeneis-Strahlen

Beim Trockeneis-Strahlen werden CO₂-Pellets mit einem Luftdruck von bis zu 20 bar auf die zu reinigende Oberfläche aufgebracht. Die Pellets (-78°C) kühlen die Oberfläche des Trägermaterials augenblicklich ab und die Verunreinigung (Belag) versprödet. Durch die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten von Belag und Trägermaterial entstehen an der Grenzschicht mechanische Spannungen. Die kinetische Energie der Pellets führt beim Aufprall zum rückstandsfreien Übergang in die Gasphase.

Das Trockeneis-Verfahren ist ein schonendes, abrasionsfreies Reinigungsverfahren. Es werden keine weiteren Chemikalien benötigt, entsorgungsrelevant ist nur der abgetragene Belag. Im Rahmen der Industriereinigung kommt es in den folgenden Bereichen bevorzugt zur Anwendung:

- Entfernung von Ölen, Fetten bei verfahrenstechnischen Apparaten, Bauteiloberflächen etc.
- Reinigung von Fördereinrichtungen, Fließbändern etc.
- Entlackung
- Graffitientfernung
- Fassadenreinigung

Hochdruck-Reinigungssystem

Dieses Reinigungssystem löst Verschmutzungen aus den Poren befestigter Oberflächen mittels Hochdruck und saugt sie im gleichen Arbeitsgang ab. Es kommt zur Anwendung insbesondere zur Entfernung von Öl- und Extremschmutzbeseitigung auf großen Flächen (Hallen, Industrieflächen, Tankstellen- und Fahrbahnflächen) und

bei der Brandschadenssanierung. Darüber hinaus kann es zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Sickerpflaster eingesetzt werden.

Entstaubung, Absaugung

Böden, Wände, Einbauten, Maschinen und Geräte können mittels Hochleistungs-Industriesaugern entstaubt werden (Entfernung von Asbest- / KMF-Stäuben, Metall-, Farb-, Lackstäuben). Für die unterschiedlichen Einsatzbereiche stehen Dreh- und Wechselstromsauger sowie Industriesauger für explosionsgefährdete Bereiche zur Verfügung.

Zur Absaugung von flüssigen bis pastösen Abfällen (Öle, Schmiermittel, Schlämme etc.) werden Saugdruck-tankwagen eingesetzt. Sie müssen nach der GGVS (Gefahrgut-Verordnung Straße) zugelassen sein, um Gefahrgüter wie z. B. entzündbare flüssige Stoffe oder giftige Stoffe transportieren zu dürfen. Darüber hinaus kommen bei Arbeiten in Innenräumen oder bei beengten Baustellenverhältnissen mobile Absaugwagen mit einem Fassungsvermögen von ca. 300 – 1.000 l zum Einsatz. Entsprechend den Erfordernissen im Einzelfall stehen Wechsel-, Drehstrom- und Hochvakuumgeräte mit unterschiedlichen Saughöhen und Fassungsvermögen sowie Druckluftgeräte für Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen zur Verfügung.

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für alle Teilleistungsbereiche zusammenfassend dargestellt.

Literatur

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS) vom 17.05.1999, BAnz. vom 29.05.1999 Nr. 98a.

Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings, Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz MALBO Band 9, Landesumwelt Nordrhein-Westfalen, Essen 1999.

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit vom 07.08.1996, zuletzt geändert am 19.12.1998, BGBl I S. 2843.

Arbeitssicherheitsgesetz, Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte der Arbeitssicherheit vom 12.12.1973 (BGBl. I S. 1885), geändert am 25.09.1996 (BGBl. I S. 1476).

BGI 566, Merkblatt „Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 128: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen, Ausgabe 4.1997, Auflage 1999.

Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V.: DGMK Forschungsbericht 499-01 „Immissionsschutz und Arbeitsschutz bei der Reinigung von Rohöltanks – Fortschreibung –, September 2000.

Gefahrgutverordnung Straße (GGVS) vom 12.12.1996 (BGBl. I S. 1886).

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG) in der Fassung vom 25. Juli 1995 (BGBl. I S. 1703), letzte Änderung 2001 (BGBl. I S. 2331).

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 19.08.2002, BGBl. I S. 3245.

Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF), Ausgabe Juli 2002, BArbBl. 7-8 / 2002 S. 143.

TRGS 507 Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern, Ausgabe Juni 1996, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BArbBl..

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAwS), vom 12.08.1993, GV.NW. 1993 S. 676, letzte Änderung BV.NW. 1999 S. 558.

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV), vom 27.09.2002, BGBl. I S. 3777.

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26.10.1993 (BGBl. I S. 1782) in der Fassung der Vierten Verordnung zur Änderung der Gefahrstoffverordnung vom 18.10.1999 (BGBl. I S. 2059).

Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen für die Industriereinigung sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

Sachverständige, die nach § 19 WHG zur Prüfung von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen befugt sind, können z. B. über das Internetportal der „Sachverständigenorganisation für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (SwS) e.V. www.sws-sv.de recherchiert werden.

47.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Untersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutzmaßnahmen
LB 40-00-00	Dekontamination der Bausubstanz
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 10 00 Oberflächenreinigung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
47 11 00		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Oberflächenreinigung erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
47 12 00		Reinigung durch Strahlen, Bürsten					
	01	Strahlen von Böden, Decken, Wänden Strahlmittel:	m²	#	#	#	0
		Sand, Kugel, Grit		#	#	x #	
		Korund, Schmelzkammerschlacke		#	#	x #	
		Trockeneispellets		#	#	x #	
	02	Reinigung von Böden mittels Motorbürste, Verschmutzung Grus	m²	1,23	2,83	2,20	5
47 13 00		Wasserhochdruck-Reinigung, Reinigung mittels flüssiger Reinigungsmittel					
	01	Wasserhochdruck-Reinigung von Böden, Decken, Wänden	m²	#	#	#	0
	02	Heißwasser-Hochdruck-Reinigung von Böden, Decken, Wänden	m²	0,43	16,92	5,95	5
	03	Grubenbauwerke nach Entleerung mittels Hochdruckwasserstrahl inkl. aller Verbrauchsstoffe; anfallende Reststoffe aus der Reinigung sammeln, fördern, verladen (und entsorgen)	Stck.	1.550,00	10.098,01	4.510,32	7
	04	Reinigung von Böden mittels Tensiden	m²	#	#	#	0
	05	Reinigen des Untergrundes (Böden, Wände) mit lösemittelhaltigen Hilfsmitteln zur Beseitigung der größten Ölverschmutzung	m²	30,17	30,17	30,17	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 10 00 Oberflächenreinigung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	06	Reinigen von Grubenwänden und -böden von Ölresten und anderen Verschmutzungen mit WEBAC-Betonentfetter 4010	m²	9,20	9,20	9,20	1
	07	Reinigung der Wand- und Bodenflächen einer Grube von Ölresten und anderen Verschmutzungen durch Waschen mit WEBAG 4010 Betonentfetter sowie fräsen; Entsorgung des Reinigungsgutes in bauseitig gestellte Container	m²	16,00	16,00	16,00	1
	08	Reinigung ölverschmierter Böden durch Absäubern	m²	3,32	5,98	4,46	3
47 14	00	Absaugung					
	01	Absaugung von Oberflächen	m²	2,05	3,00	2,38	3
	02	Absaugung von metallischem Quecksilber mittels Vakuum-Sauggerät auf / unter Bodenplatten und in Baugruben (Trockensauggerät mit jodierter/ geschwefelter Aktivkohle)	h	7,70	43,29	33,17	11
	03	Bindemittel für metallisches Quecksilber liefern, vorhalten	kg	1,18	9,81	4,68	11
	04	Behältnisse für Hg-Zwischenlagerung anliefern, vorhalten und betreiben, dekontaminieren und abtransportieren	Stck.	25,00	360,75	158,43	11
		vorhalten über Bauzeit hinaus	Wo	10,00	28,10	18,90	11
47 15	00	Entfernen von Farben und Beschichtungen					
	01	Farbe / Beschichtungen entfernen auf Böden	m²	7,80	7,80	7,80	1
	02	Farbe / Beschichtungen entfernen auf Wänden	m²	2,25	10,63	5,01	6
	03	Farbe / Beschichtungen entfernen an Decken	m²	7,67	7,67	7,67	1
	04	Farbanstrich inkl. Putz abtragen und in Big Bags verpacken und zum Bereitstellungslager transportieren	m²	7,80	16,36	12,48	5
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

47.2 Reinigung von Rohrleitungen

47.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Reinigung von Rohrleitungen kann über eine Reinigungsschleuse oder mit der Molchtechnik erfolgen. Der Reinigungsvorgang hat zum Ziel, Verschmutzungen, Ablagerungen und Verkrustungen aus Rohrleitungen zu beseitigen.

Beim Einsatz einer Reinigungsschleuse wird die zu reinigende Leitung am Kopfende freigelegt und eine wasser- und gasdichte Reinigungsschleuse montiert. Diese dient dem Schutz des Personals vor Spritzwasser, Sprühnebel- und Gasbildung. Zudem wird eine Verschleppung von Kontaminationen unterbunden. Unterhalb der Leitung wird zur Verhinderung von Tropfverlusten ein wasserdichter Auffangbehälter aus Stahl / HDPE aufgestellt.

Durch die Reinigungsschleuse wird eine Hochdruck-Düse (Rotationsdüse) in die Leitung eingebracht. Die Düse wird mit einer hydraulischen Pumpe angetrieben. Die Pumpe steuert ebenfalls die Drehdurchführung (Rotation) und den Hydraulikmotor (Vorwärts/Rückwärts). Das Wasserwerkzeug ermöglicht durch seine rotierenden Be-

wegungen eine Entfernung aller in der Rohrwandung verbliebenen flüssigen und festen Reststoffe. Die abgelösten Reststoffe werden in Richtung Reinigungsschleuse mit dem ablaufenden Wasserstrom befördert. Nach Verlassen der Schleuse werden sie über ein Schlauchsystem in einen mobilen Feststoffabscheider überführt. Das durch den Reinigungsvorgang entstandene Abwasser wird mittels einem nach GGVS zugelassenen Saug-Druck-Tankwagen aus dem Abscheider gefördert oder in einer mobilen Wasserbehandlungsanlage gereinigt.

Eine Erweiterung des Verfahrens mit Reinigungsschleuse stellt die Molchtechnik dar. Voraussetzung für die Molchtechnik ist das Vorhandensein einer Ein- und Auslaufstelle der zu reinigenden Leitung. Ein durch Wasser- bzw. Druckluft angetriebener Molch von unterschiedlicher Größe und Beschaffenheit durchläuft das Rohrsystem. Die Verschmutzungen, Ablagerungen und Verkrustungen werden an der Rohrwandung stufenweise abgeschabt bzw. abgelöst. Im Leitungssystem vorhandene Bögen, Krümmer, Schieber und T-Stücke können durchlaufen werden. Diese Verfahrenstechnik erfordert ebenfalls die Einrichtung einer Reinigungsschleuse sowie Abscheidevorrichtungen zur kontrollierten Erfassung des Schmutzwassers.

Leistungen zur Wasserbehandlung in einer mobilen Aufbereitungsanlagen werden im Leistungsbereich 53-00-00 „Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser“ beschrieben. Der Ausbau von Medienleitungen wird im Leistungsbereich 43-00-00 „Demontage nutzungsspezifischer Anlagen“ aufgeführt.

47.2.2 Kostenermittlung

47.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Reinigung von Rohrleitungen mittels Hochdruckreinigungsdüse	m	

LEISTUNGSBEREICH 47-20-00	REINIGUNG VON ROHRLEITUNGEN
BAUSTELLENEINRICHTUNG	
Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung	Kostenansatz BE [€]
Pauschal	2725,00
BASISKOSTEN	
Rohrdurchmesser	Kostensatz K [€/m]
bis DN 25	6,00
DN 25 bis DN 100	11,00
DN 100 bis DN 200	19,00
DN 200 bis DN 300	30,00
> DN 300	#
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN	
Rohrlänge	Faktor f ₁
bis 3 m	x 1,0
3 bis 10 m	x #
> 10 m	x #

LEISTUNGSBEREICH 47-20-00	REINIGUNG VON ROHRLEITUNGEN
Zugängigkeit	Faktor f_3
Günstig (z. B. Leitungskanal bis 1m uGOK*)	x 1,0
Ungünstig (z. B. Rohrbrücke)	#
Zuschlag	Variable sz_1
Reinigungsmittel	x #
Zuschlag	Variable sz_2
Arbeitsschutzmaßnahmen	⇒ LB 22-00-00
Kosten LB 47-20-00 = BE + K [€/m] x f_1 x f_2 x f_3 x sz_1 + $\sum (sz_2)$ = _____ €	

47.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Untersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutzmaßnahmen
LB 28-00-00	Kanalsanierung
LB 40-00-00	Dekontamination der Bausubstanz
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 20 00 Reinigung von Rohrleitungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
47 21 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Reinigung von Rohrleitungen erforderlichen Gerätschaften	psch.	1.616,00	3.834,00	2.725,00	2

LB-AF Nr. Leistungsbereich

47 20 00 Reinigung von Rohrleitungen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
47	22 00 01	Reinigung von Rohrleitungen Reinigung von Rohrleitungen mittels einer Hochdruck-Reinigungsdüse Rohrdurchmesser: bis DN 25 DN 25 bis DN 100 DN 100 bis DN 200 DN 200 bis DN 300 größer DN 300 Rohrlänge: bis 3 m 3 m bis 10 m größer 10 m Zugängigkeit: günstig (bis 1 m u. GOK) ungünstig (z.B. Rohrbrücke)	m	3,60 3,60 4,10 4,10 4,10 # # # # #	56,20 12,80 17,90 34,80 56,20 # # # #	x 1,0 x 1,8 x 3,2 x 5,0 x # x 1,0 x # x # x 1,0 x #	10
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

47.3 Reinigung von Behältern

47.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

In vielen produktionstechnischen Verfahren werden Behälter als Lager- / Zwischenlagertanks, Vorlagebehälter, Produktspeicher verwendet. Im Vorfeld der eigentlichen Reinigungsmaßnahme werden saugfähige Produktreste aus den Behältnissen mittels GGVS Saug-Druck-Tankwagen oder mobilen Absaugwagen abgepumpt. Diverse bewegliche Teile oder Einbauten wie z. B. Rührwerke, Zu- und Ablaufventile etc. werden demontiert und separat in einer Reinigungskammer von Verschmutzungen, Ablagerungen oder Verkrustungen befreit (s. Kapitel 47.4). Die Behälterreinigung wird manuell mit einer Wasserhochdruckpistole oder mit einem ferngesteuerten Tankwaschkopf vollzogen.

Der zum Einsatz kommende Tankwaschkopf versprüht das Hochdruckwasser in horizontaler wie auch vertikaler Ebene und reinigt dabei die Oberfläche des Behälters streifenfrei ab. Das Schmutzwasser wird über ein Schlauchsystem in einen mobilen Feststoffabscheider überführt. Das durch den Reinigungsvorgang entstandene Abwasser wird durch einen nach GGVS zugelassenen Saug-Druck-Tankwagen oder durch mobile Absaugwagen aus dem Abscheider befördert.

Ein manueller Einsatz erfordert für das Bedienpersonal einen zusätzlichen Arbeitsschutz, wie z. B. das Tragen eines Chemievollschutanzuges und einer Vollschutzmaske. Es ist zu prüfen, ob eine Sauerstoffversorgung über außenluftunabhängige Geräte erforderlich ist (s. Leistungsbereich 22-00-00).

Die Leistungen für die Stilllegung von Tankanlagen werden mit Hinweisen auf die rechtlichen Rahmenbedingungen im Kapitel 47.6 erläutert. Die Demontage von Behältern wird im Leistungsbereich 43-00-00 „Demontage nutzungsspezifischer Anlagen“ erfasst.

47.3.2 Kostenermittlung

47.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Entleerung und Entgasung von Behältern	Stck.	
Absaugung von Produktresten mit Saug-Druck-Tankwagen	m³	
Abpumpen von flüssigen Produktresten	m³	I
Absaugen fester Produktreste (Asche)	t	
Reinigung von Behältern	Stck.	

Als Kosteneinflussfaktoren sind die Zugänglichkeit der Anlage, Art und Größe des Behälters, das Reinigungsverfahren und der Umfang der erforderlichen Arbeitsschutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

LEISTUNGSBEREICH 47-30-00	REINIGUNG VON BEHÄLTERN
BAUSTELLENEINRICHTUNG	
Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung	Kostenansatz BE [€]
pauschal	4450,-
BASISKOSTEN	
Behältervolumen	Kostensatz K [€]
bis 10 m³	940,00
10 – 100 m³	1.100,00
100 – 500 m³	2.200,00
> 500 m³	#
KOSTENEINFLUSSFAKTOREN	
Reinigungsmethode	Faktor f ₁
Manuell	x #
Geräteinsatz	x #
Zugänglichkeit	Faktor f ₂
günstig (liegend)	x #
ungünstig (stehend)	x #
Zuschlag	Variable sz ₁
Schlosser- und Gerüstarbeiten	x #
Zuschlag	Variable sz ₂
Saugfähiges Restprodukt absaugen	x #
Zuschlag	Variable sz ₃
Reinigungsmittel	x #
Zuschlag	Variable sz ₄
Arbeitsschutzmaßnahmen	⇒ LB 22-00-00
Kosten LB 47-30-00 = BE + K [€] x f ₁ x f ₂ x sz ₁ x sz ₂ x sz ₃ + ∑ (sz ₄) = _____ €	

47.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Untersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
LB 21-00 00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutzmaßnahmen
LB 40-00-00	Dekontamination der Bausubstanz
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 30 00 Reinigung von Behältern

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
47 31 00		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Reinigung von Behältern erforderlichen Gerätschaften	psch.	1.616,00	3.835,00	2.725,50	2
47 32 00		Vorbereitende Arbeiten					
	01	Schlosser- und Gerüstarbeiten als vorbereitende Maßnahmen	h	#	#	#	0
	02	Arbeitsbühne zum Öffnen der Einzelkammern der Ammoniakzisterne, der Teergrube und der Teerzisterne liefern, errichten und umsetzen, inkl. aller Werkzeuge	Stck.	1.995,00	3.000,00	2.303,75	4
	03	Decken der Einzelkammern von Ammoniakzisterne, Teergrube und Teerzisterne öffnen, ohne dass Abbruchmaterialien in die Grube fallen; Bauschutt u. Anlageteile demontieren und separat lagern	Stck.	106,52	550,00	325,30	5
	04	Decken der Grubenbauwerke öffnen (Teer-/Ammoniakwassergruben), ohne dass Abbruchmaterialien in die Gruben fallen; Bauschutt u. Anlageteile demontieren und separat lagern	psch.	961,23	8.947,61	4.305,08	3
	05	Deckenkonstruktion der Absetzgruben aufsägen und abheben, ggf. Materialien trennen (Beton / Stahl) und getrennt zur Verwertung/ Entsorgung bereitstellen	m²	3,17	24,85	11,05	4
	06	Zisternendecken rückbauen (Mächtigkeit 0,3 m) nach Entleerung der pumpfähigen Bestandteile; Abbruchmaterialien dürfen nicht in Baugrube fallen; Bauschutt evtl. dekontaminieren und in Haufwerken lagern	m²	30,00	55,00	36,80	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 30 00 Reinigung von Behältern

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	07	Auftrennung eines Tankbehälters (32 m³) mittels geeigneter Technik (z.B. Hydraulikschere) zur Vorbereitung der Auskoffierung fester Inhalte	Stck.	310,00	450,00	380,00	2
47	33	00 Entleerung von Tanks					
	01	Tanks entgasen und vorbereiten zum Ausbau, unterschiedliche Volumina	Stck.	81,81	997,02	393,74	9
	02	Tankentgasung bei Ausbauten an Behältern, Gefahrenklasse A III Volumen:	Stck.	53,69	76,69	64,60	16
		1 - 2 m³		53,69	63,91	x 0,9	
		2 - 20 m³		58,80	69,02	x 0,95	
		20 - 25 m³		61,35	76,69	x 1,0	
		25 - 30 m³		69,02	69,02	x 1,1	
		Art:					
		oberirdisch		53,69	76,69	x 1,0	
		Erdtank		58,80	76,69	x 1,1	
	03	Reststoffabsaugung und Entgasung von Öltanks einschl. Reinigung	Stck.	77,00	803,45	153,67	6
		bis 5 m³		77,00	256,00	x 1,0	
		bis 100 m³		150,00	803,45	x 2,5	
	04	Behälter für Stoffe der Gefahrenklasse A I - A III (Heizöle, Kraftstoffe etc.) entleeren, abpumpen, Rückstände abtransportieren und entsorgen (inkl. Flüssigkeiten in Rohrleitungen, Behältern und Anlagenteilen) Volumen:	Stck.	500,00	28.632,35	2.530,77	26
		bis 50 m³		500,00	7.362,60	x 1,0	
		50 bis 100 m³		4.678,32	18.406,51	x 4,2	
		100 bis 200 m³		9.586,72	28.632,35	x 7,3	
	05	Entleerung und Tankreinigung für Behälter Gefahrenklasse A III: Demontage von Rohrverbindungen und Domdeckel; Abpumpen der Restmenge; Innenreinigung des Behälters mit Abbürsten der Tankwände sowie Entfernen aller Rückstände und Verkrustungen Volumen:	Stck.	77,00	2.505,33	338,53	27
		1 - 2 m³		77,00	250,53	x 0,7	
		2 - 20 m³		77,00	357,90	x 0,8	
		20 - 25 m³		347,68	409,03	x 1,0	
		25 - 30 m³		398,81	398,81	x 1,2	
		50 - 100 m³		150,00	2.505,33	x 4,3	
		Art:					
		oberirdisch		237,75	409,03	x 1,0	
		Erdtank		334,90	398,81	x 1,2	
	06	Tankrückstände oder sonstige Öl/ Kraftstoff-Wasser-Gemische abpumpen und entsorgen	l	0,07	15,45	0,28	76
	07	Heizöl abpumpen und entsorgen	l	0,37	15,45	5,37	7
47	34	00 Entleerung von Abscheideanlagen, Gruben, sonstigen Behältern					
	01	Ascherückstände mittels Hochleistungssauger absaugen	t	36,81	36,81	36,81	1
	02	Ölabscheiderinhalt abpumpen	m³	5,68	81,81	30,94	7
	03	Schlammfangrückstände aus Abscheideanlage absaugen und entsorgen	m³	110,00	2.000,00	553,53	17
	04	Kontaminiertes Wasser aus Abscheideanlage absaugen und entsorgen	m³	110,00	2.000,00	638,00	12

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 30 00 Reinigung von Behältern

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Ölabscheideranlage entleeren und reinigen, inkl. Sandfang und Ölauffangtank	Stck.	1.661,70	1.661,70	1.661,70	1
06	Säurebehälter entleeren und reinigen (an Batterie-Ladestation)	Stck.	235,19	235,19	235,19	1
07	Grubenwässer absaugen inkl. Bereitstellung der Gerätschaften	l	0,26	0,98	0,58	5
08	Phenolwasser und ähnliche Gemische in wässriger Phase aus Ammoniakzisterne, Teerzisterne und Teergrube abpumpen und fördern	t	165,00	225,00	188,89	9
09	Phenolwasser und ähnliche Gemische in wässriger Phase aus allen Teer- und Ammoniakwassergruben mittels geeigneter Hebetechnik abpumpen und fördern	m³	7,16	25,56	14,09	5
10	Teer und teerähnliche Gemische aller Beimengungen aus Teer- und Ammoniakwassergruben mittels geeigneter Hebetechnik abpumpen oder lösen und ausbauen, fördern	m³	10,23	40,90	27,91	20
	pumpbarer Massenanteil von 100%		10,23	40,90	x 0,9	
	pumpbarer Massenanteil von 50-60%		11,66	40,90	x 1,0	
	pumpbarer Massenanteil von 30-40%		12,37	40,90	x 1,1	
	pumpbarer Massenanteil von 0%		13,80	40,90	x 1,2	
11	Teer (100% pumpfähig) und teerähnliche Gemische aller Beimengungen aus Ammoniakzisterne, Teerzisterne und Teergrube mittels geeigneter Hebetechnik abpumpen und fördern	t	300,00	330,00	316,11	9
12	Teer (0% pumpfähig) und teerähnliche Gemische aller Beimengungen aus Ammoniakzisterne, Teerzisterne und Teergrube mittels geeigneter Technik ausbauen und lösen; grobe Fremdstoffe aussortieren; evtl. Zugabe von Zuschlagstoffen z.B. zur Konditionierung	t	320,00	400,00	362,78	9
13	Teerschläm an der Grubensohle mit geeigneten Materialien binden oder verfestigen (sofern erforderlich); Aufnehmen mit dem Bagger und Verladen in verschleißbare Transportbehälter	m³	10,23	24,80	17,16	4
14	Teergrubenauffüllung aus organoleptisch auffälligem Gemisch (Bauschutt, Boden) lösen, aufnehmen, separieren und laden	t	2,41	173,84	42,59	5
15	Teerölhaltiges Gemisch aus Bauschutt und Bodenmaterial der Teergrubenauffüllung in der Baugrube durch Zusatz von durch den AG zu lieferndem Gesteinsmehl etc. konditionieren, aufnehmen und verladen	t	1,81	1,81	1,81	1
16	Teerverunreinigte Gasreinigermasse (Luxmasse) mittels geeigneter Hebetechnik ausbauen und fördern; geförderte Gasreinigermasse im Entwässerungscontainer zwischengelagern und entwässern (einschl. Beschaffen, Vorhalten und Betreiben des Entwässerungscontainers)	m³	21,47	40,90	33,57	3
17	Feste Tankinhalte abbrechen / lösen (analog Bkl. 2-5 und Magerbeton/ Beton) und auf LKW verladen bzw. seitlich in Container ablegen	m³	1,79	74,80	22,04	8
18	Bauschutt, sonstige Materialien oder vereinzelt techn. Anlagenteile aus Teer- und Ammoniakwassergruben ausbauen, fördern und ggf. zwischengelagern; nach Erfordernis sortieren und zerkleinern	m³	38,35	281,21	119,30	3
19	Bauschutt, sonstige Fremdstoffe nach Entleerung der Gruben von der Teergrubensohle rückgewinnen, (händische Aufnahme); anfallende Materialien dekontaminieren und in Container lagern	t	1.000,00	4.500,00	2.587,50	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 30 00 Reinigung von Behältern

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
47	35	00 Reinigung von Behältern					
		01 Behälter reinigen	Stck.	426,93	7.158,00	1.099,86	22
		Volumen:					
		bis 10 m³		440,00	1.458,00	x 0,85	
		10 - 100 m³		426,93	5.369,00	x 1,0	
		100 - 500 m³		664,68	7.158,00	x 2,0	
		über 500 m³		#	#	x #	
		Reinigungsmethode:					
		manuell mit Wasserhochdruckpistole		#	#	x #	
		ferngesteuerter Tankwaschkopf				x 1,0	
		Zugängigkeit:					
		günstig (liegend)				x 1,0	
		ungünstig (stehend)		#	#	x #	
	02	Behälter reinigen einschl. Entleerung von Kalilauge und Pb- / Cd-haltigen Schlämmen	l	0,31	0,31	0,31	1
	03	Tankbehälter reinigen und entgasen	Stck.	281,21	3.664,05	435,86	15
		Volumen:					
		10 m³		281,21	732,81	x 1,0	
		25 m³		352,79	1.832,03	x 1,6	
		50 m³		421,82	3.664,05	x 2,5	
	04	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen, bestehend aus Benzinabscheider, Sandfang und Kontrollschacht	Stck.	320,00	360,00	340,00	2
	05	(Teer-)Grube reinigen mittels Hochdruckwasserstrahl	m²	0,43	16,92	5,95	5
	06	(Teer-)Grubensohle reinigen durch Binden öligter Rückstände mittels Gesteinsmehl etc.; gebundene Rückstände aufnehmen und laden	m²	1,27	1,27	1,27	1
	07	Grubenbauwerke nach Entleerung mittels Hochdruckwasserstrahl oder anderer Methode reinigen inkl. aller Verbrauchsstoffe; anfallende Reststoffe aus der Reinigung sammeln, fördern, verladen (und entsorgen)	Stck.	1.550,00	10.098,01	4.510,32	7
	08	Wand- und Bodenflächen der Grube von Ölresten und anderen Verschmutzungen mit WE-BAG-Betonentfetter 4010 reinigen	m²	9,20	9,20	9,20	1
	09	Wand- und Bodenflächen einer Grube mit lösemittelhaltigen Hilfsmitteln reinigen, zur Beseitigung der größten Ölverschmutzung	m²	30,17	30,17	30,17	1
	10	Wand- und Bodenflächen einer Grube von Ölresten und anderen Verschmutzungen durch Waschen mit WEBAG 4010 Betonentfetter reinigen sowie fräsen; Entsorgung des Reinigungsgutes in bauseitig gestellte Container	m²	16,00	16,00	16,00	1
	11	Wand- und Bodenflächen der Grube mit einem 2-Komponenten-EP-Harz als Haftbrücke WE-BAC 4270 grundieren	m²	13,04	13,63	13,34	2
	12	Wand- und Bodenflächen der Grube mit WHG-Beschichtung System Sikafloor 390 beschichten	m²	79,25	84,80	82,03	2
47	36	00 Fachtechnische Begleitung					
		01 Disposition, Vorbereitung und Beihilfe zur amtlichen TÜV-Abnahme (ohne TÜV-Gebühren), unterschiedliche Volumina, je Tank	Stck.	44,40	85,22	69,15	4
		02 TÜV-Gebühren je Tank	Stck.	124,84	127,82	126,83	3
		03 Vorbereitung, Koordination, Begleitung und Dokumentation der Arbeiten; Sicherheitstechnische Begleitung und messtechnische Überwachung; je Tank	Stck.	42,60	76,70	57,52	3

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 30 00 Reinigung von Behältern

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
47 37 00	Sonstige Leistungen					
01	An- und Abfahrt eines Saugfahrzeugs inkl. aller Nebenkosten	Stck.	15,34	409,03	201,11	3
02	Saugwagen innerhalb des Baustellengeländes einsetzen	h	56,86	166,17	86,54	23
03	Höhen- u. längenmäßige Einmessung der entleerten Gruben (je Einzelkammer 8 Messpunkte), Gauß-Krüger-Koordinatensystem System RD 83	psch.	995,00	1.800,00	1.386,25	4
04	Temporäre Abdeckung der entleerten und gereinigten Gruben zur Abhaltung von Niederschlägen in die Gruben liefern und installieren	psch.	1.789,52	3.323,40	2.375,80	3
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

47.4 Reinigung von verfahrenstechnischen Apparaten

47.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Prinzipiell erfolgt die Reinigung verfahrenstechnischer Apparate entsprechend den in Kapitel 47.2 und 47.3 erläuterten Verfahren zur Behälter- und Rohrleitungsreinigung. Bei verfahrenstechnischen Apparaten ist jedoch in der Regel vorab eine Teildemontage erforderlich, durch die Einbauten wie z. B. Kolonnenböden, Registerrohre (Wärmetauscher) oder Kleinteile zur separaten Behandlung ausgebaut werden.

Im Vorfeld der Demontage ist zu prüfen, ob in der Innenatmosphäre der Apparate ein Sauerstoffgehalt von mindestens 19 Vol.-% vorherrscht. Bei Unterschreitung von 19 Vol.-% Sauerstoff ist für die Beschäftigten eine außenluftunabhängige Atemluftversorgung sicherzustellen (Druckluftversorgung). Die demontierten Einbauten werden in eine wasser- und gasdichte Reinigungskammer überführt und von oberflächlich anhaftenden Verschmutzungen mittels einer Wasserhochdruckpistole gereinigt (vgl. Kap. 47.5).

Im Anschluss an die Demontage und Reinigung der Einbauten wird der Innenraum der verfahrenstechnischen Apparate mit einem ferngesteuerten Tankwaschkopf gereinigt. Dieser versprüht das Hochdruckwasser in horizontaler wie auch vertikaler Ebene und reinigt dabei die Innenwandung ab. An der Sumpfleitung wird ein Saug-Druck-Tankwagen angeschlossen, der es ermöglicht, das durch den Reinigungsvorgang entstandene Abwasser zu fördern. Ist die Reinigung mittels ferngesteuertem Tankwaschkopf nicht durchführbar, so wird die Reinigung der Innenwandungen manuell mit einer Wasserhochdruckpistole vorgenommen.

47.4.2 Kostenermittlung

47.4.2.1 Abrechnungseinheiten

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Filter reinigen	Stck.	m ²
Kolonnen reinigen	Stck.	
Wärmetauscher reinigen	Stck.	
Absaugung von Produktresten	m ³	

Als Kosteneinflussfaktoren sind die Zugänglichkeit der Anlage, Art und Größe der Apparate, die Anzahl der Einbauten (z. B. Kolonnenböden, Registerrohre), das gewählte Reinigungsverfahren und der Umfang der erforderlichen Arbeitsschutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

47.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Untersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutzmaßnahmen
LB 40-00-00	Dekontamination der Bausubstanz
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

47 40 00 Reinigung von verfahrenstechnischen Apparaten

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
47 41 00		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Reinigung von verfahrenstechnischen Apparaten erforderlichen Gerätschaften	psch.	1.616,00	3.835,00	2.725,50	2
47 42 00		Reinigung von verfahrenstechnischen Apparaten					
	01	Wofatitfilter reinigen, inkl. Entsorgung des Filtermaterials	Stck.	510,01	510,01	510,01	1
	02	Kolonnen reinigen	Stck.	1.319,00	11.248,00	3.216,00	6
		Anzahl der Böden:					
		bis 10		1.319,00	5.113,00	x 1,0	
		10 bis 20		1.636,00	8.181,00	x 1,5	
		über 20		1.680,00	11.248,00	x 2,0	
		Reinigungsmethode:					
		Hochdruckwasserpistole		#	#	x #	
		ferngesteuerter Tankwaschkopf				x 1,0	
		Zugängigkeit:					
		günstig				x 1,0	
		ungünstig		#	#	x #	
	03	Wärmetauscher reinigen	Stck.	511,00	7.258,00	1.278,00	4
		Anzahl Registerrohre:					
		bis 500		511,00	2.045,00	x 1,0	
		500 bis 1000		#	#	x #	
		über 1000		3.681,00	7.258,00	x 4,2	
		Länge Registerrohre:					
		bis 4 m				x 1,0	
		über 4 m		#	#	x #	
		Durchmesser Registerrohre:					
		bis 2,5 cm				x 1,0	
		über 2,5 cm		#	#	x #	
		Mantelvolumen:					
		bis 4000 l				x 1,0	
		über 4000 l		#	#	x #	
47 43 00		Sonstige Leistungen					
	01	Absaugung Produktreste mittels Saugdruck-Tankwagen	m³	#	#	#	0
	02	Schlosser- und Gerüstarbeiten als vorbereitende Maßnahmen	h	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

47.5 Reinigung von Kleinteilen

47.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Armaturen, Bögen, Winkel, Krümmer, Schieber, Ventile, Profilstücke (U-Profile und T-Profile) können manuell mittels einer Wasserhochdruckpistole von Verschmutzungen befreit werden. Hierbei werden die zu reinigenden Teile in der Regel in eine wasser- und gasdichte Reinigungskammer überführt. Diese dient dem Schutz vor Spritzwasser, Sprühnebel- und Gasbildung. Unterhalb der Reinigungskammer wird eine wasserdichte Auffangwanne aus HDPE / Stahl aufgestellt. Das Personal wird mit einer außenluftunabhängigen Sauerstoffversorgung ausgestattet.

Das Schmutzwasser wird über ein Schlauchsystem in einen mobilen Feststoffabscheider überführt. Das durch den Reinigungsvorgang entstandene Abwasser wird durch einen Saug-Druck-Tankwagen aus dem Abscheider gefördert.

47.5.2 Kostenermittlung

47.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Kleinteile in Reinigungskammer reinigen	Stck.	

Als Kosteneinflussfaktoren sind die Art und Größe der zu reinigenden Teile, das gewählte Reinigungsverfahren und der Umfang der erforderlichen Arbeitsschutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

47.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Untersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutzmaßnahmen
LB 40-00-00	Dekontamination der Bausubstanz
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch

LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
47 50 00 Reinigung von Kleinteilen

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
47	51	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Reinigung von Kleinteilen erforderlichen Gerätschaften	psch.	1.616,00	3.835,00	2.725,50	2
47	52	00	Kleinteile reinigen					
		01	Kleinteile mittels Wasserhochdruckpistole reinigen, Abmessungen DN 25 - DN 300	Stck.	7,20	40,90	24,05	16
			Ventile	Stck.	7,20	40,90	x 1,0	
			Schieber	Stck.	7,20	40,90	x 1,0	
			Armaturen	Stck.	7,20	40,90	x 1,0	
			U-Profile	Stck.	7,20	40,90	x 1,0	
			T-Profile	Stck.	7,20	40,90	x 1,0	
			Krümmern	Stck.	7,20	40,90	x 1,0	
			Bögen	Stck.	7,20	40,90	x 1,0	
			Winkel	Stck.	7,20	40,90	x 1,0	
			Abmessungen:					
			bis DN 25		#	#	x #	
			DN 25 bis DN 100				x 0,6	
			DN 100 bis DN 200				x 1,3	
			DN 200 bis DN 300				x 2,0	
			größer DN 300		#	#	x #	
# keine Kostendaten vorhanden								
* Daten aus LB 1997 / 1998								

47.6 Stilllegung von prüfpflichtigen Anlagen nach WHG

47.6.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Das Wasserhaushaltsgesetz verpflichtet den Betreiber einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nach § 19 i Abs. 2, im Rahmen der Stilllegung die Anlage auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen. Entsprechend den landesrechtlichen Regelungen zum Wasserhaushaltsgesetz hat der Betreiber für die Errichtung, Instandhaltung, Instandsetzung und Reinigung prüfpflichtiger Anlagen einen Fachbetrieb nach § 19 I WHG zu beauftragen. Nach der Abnahme der gereinigten und entgasten Anlage durch einen Sachverständigen nach § 19 i WHG (bzw. § 22 VAwS) fällt die Anlage nicht mehr unter die Prüfpflicht. Sobald der Betreiber der Aufsichtsbehörde die Stilllegung mitteilt, gilt die Anlage als endgültig außer Betrieb genommen.

Weiterführende Maßnahmen zur Beobachtung des Bodens und der Gewässer können seitens der Behörde auferlegt werden, wenn sich bei der Stilllegungsprüfung der Verdacht auf Verunreinigungen ergibt (§ 19 i Abs. 3 WHG).

Beispielhaft für die Stilllegung prüfpflichtiger Anlagen wird nachfolgend die Vorgehensweise bei der Stilllegung von Tankstellen erläutert (vgl. TRbF 40). Die Stilllegung sonstiger prüfpflichtiger Anlagen erfolgt analog.

Entleerung und Reinigung durch zugelassene Fachfirma nach § 19 I WHG		
▪ Trennung der Tanks von allen Betriebsrohrleitungen ▪ Entleerung, Reinigung und Entgasung aller Rohrleitungen und Tanks (inkl. Leckageflüssigkeit) ▪ Ausbau der entleerten und gereinigten Tanks oder Verfüllung z. B. Sand ▪ Spülung (Stickstoff) und Verfüllung / Verschließen der im Erdreich verbleibenden Rohrleitungen ▪ Verfüllen aller Schächte und entstandenen Hohlräume ▪ Demontage von Abgabeeinrichtungen und sonstigen oberirdischen Anlagenteilen		
Abnahme durch Sachverständigen nach § 22 VAwS		
▪ Prüfung der sachgemäßen Entleerung und Reinigung aller Anlagenteile ▪ Prüfung der ordnungsgemäßen Trennung und Verschluss der Rohrleitungen ▪ Prüfung des Verdachts auf Kontaminationen von Boden / Grundwasser ▪ Erstellung des Prüfberichtes		
Demontage und Entsorgung aller Anlagenteile		

47.6.2 Kostenermittlung

47.6.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Tankinhalte abpumpen und entsorgen	l	m³
Behälter entleeren und reinigen	Stck.	m³
Tanktechnische Rohrleitungen entleeren und spülen	m	psch.
Prüfung / Abnahme zur Stilllegung einer Tankanlage	Stck.	psch.

Leistungen zur Reinigung von Behältern, die nicht unter die Definition nach WHG § 19 g fallen, sind über die Kostenansätze im Teilleistungsbereich 47-30-00 zu kalkulieren.

47.6.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Untersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission-, Immissionsschutzmaßnahmen
LB 40-00-00	Dekontamination der Bausubstanz
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage von haustechnischen Anlagen
LB 43-00-00	Demontage von nutzungsspezifischen Anlagen
LB 44-00-00	Demontage von produktionsspezifischen Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Abbruch von Verkehrsanlagen und Tiefbauten
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

47 60 00 Stilllegung von prüfpflichtigen Anlagen nach WHG

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
47	61	00					
		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung; Einrichten, Vorhalten und Räumen aller für die Reinigung von Tankanlagen erforderlichen Gerätschaften	psch.	#	#	#	0
47	62	00					
	01	Heizöl abpumpen und entsorgen	l	0,37	15,45	5,37	7
	02	Restbestände aus Tanks (Produkt- und Tankreinigungsrückstände) oder sonstige Öl/ Kraftstoff-Wasser-Gemische absaugen, abtransportieren und entsorgen	l	0,07	0,95	0,20	43
	03	Wasser- Kraftstoff-Gemisch absaugen und entsorgen	m³	46,00	61,00	51,00	3

LB-AF Nr. Leistungsbereich

47 60 00 Stilllegung von prüfpflichtigen Anlagen nach WHG

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	04	Behälter für Stoffe der Gefahrenklasse A III entleeren und reinigen; Demontage von Rohrverbindungen und Domdeckel; Abbürsten der Tankinnenwände sowie Entfernen aller Rückstände und Verkrustungen Volumen: 1 - 2 m ³ 2 - 20 m ³ 20 - 25 m ³ 25 - 30 m ³ 50 - 100 m ³ Art: oberirdisch Erdtank	Stck.	77,00 77,00 347,68 398,81 150,00 237,75 334,90 500,00	2.505,33 250,53 357,90 409,03 398,81 409,03 769,99 28.632,35	338,53 x 0,7 x 0,8 x 1,0 x 1,2 x 3,7 x 1,0 x 1,2 2.530,77	29
	05	Behälter für Stoffe der Gefahrenklasse A I - A III (Heizöle, Kraftstoffe ect.) entleeren, abpumpen, Rückstände abtransportieren und entsorgen (incl. Flüssigkeiten in Rohrleitungen, Behältern und Anlagenteilen) Volumen: bis 50 m ³ 50 bis 100 m ³ 100 bis 200 m ³	Stck.	500,00 4.678,32 9.586,72	7.362,60 18.406,51 28.632,35	x 1,0 x 4,2 x 7,3	26
	06	Tankbehälter nachreinigen und zur TÜV-Abnahme vorbereiten (32 m ³)	Stck.	156,00	240,00	198,00	2
	07	Tanktechnische Rohrleitungen spülen, ausbauen und entsorgen/ verwerten	m	1,00	41,41	5,63	22
	08	Tanktechnisches Rohrleitungssystem einer Tankstelle spülen, komplett ausbauen und entsorgen/ verwerten	psch.	76,69	1.124,84	202,95	35
47	63	00 Demontage von Tankanlagen					
	01	Demontage von oberirdischen Kraftstoffanlagen/ Kraftstofftanks Größe / Volumen: < 5 m ³ bis 100 m ³ > 100 m ³ Verwertungsart: zur Wiederverwendung zur Verwertung	Stck.	26,00 26,00 77,00 # # # 140,61	4.019,83 3.500,00 4.019,83 # # # 4.019,83	517,51 x 1,0 x 1,5 x # x # x 1,0	50
	02	Ausbau von unterirdischen Kraftstoffanlagen/ Kraftstofftanks, einschl. Reinigung, Nachreinigung, Entgasung Größe/ Volumen: < 5 m ³ bis 100 m ³ > 100 m ³ Verwertungsart: zur Wiederverwendung zur Verwertung	Stck.	5,11 5,11 30,68 4.857,27 # 81,81	9.158,51 946,00 9.158,51 7.158,09 # 9.158,51	205,80 x 1,0 x 3,7 x 19,0 x # x 1,0	103
47	64	00 Sonstige Leistungen					
	01	Disposition, Vorbereitung und Beihilfe zur amtlichen TÜV-Abnahme von Tanks unterschiedlicher Volumina (ohne Gebühren), je Tank	Stck.	44,40	85,22	69,15	4
	02	Vorbereitung, Koordination, Begleitung und Dokumentation der Tankstilllegung; Sicherheitstechnische Begleitung und messtechnische Überwachung, je Tank	Stck.	42,60	76,60	57,52	3

LB-AF Nr. Leistungsbereich

47 60 00 Stilllegung von prüfpflichtigen Anlagen nach WHG

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	03	Prüfung zur Stilllegung gem. WHG durch Sachverständigen, je Tank/ Behälter	Stck.	63,90	238,60	141,13	7
	04	Abnahme zur Stilllegung von Tanks (TÜV-Gebühren), je Tank	Stck.	124,84	127,82	126,83	3
	05	Abnahme zur Stilllegung einer Tankanlage	psch.	107,39	966,34	452,98	5
	06	Bescheinigung über die erfolgte Abnahme	psch.	77,47	429,49	227,62	5
47 65 00		Zulagen					
	01	Erschwerniszulage für das Tragen von Vollschutzanzügen, Vollschutz	h	3,78	175,00	33,71	23
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

50 Fassung und Entnahme von Bodenluft / Deponiegas und andere pneumatische Maßnahmen

In diesem Leistungsbereich werden passive und aktive pneumatische Maßnahmen zusammenfassend dargestellt, um die häufig enge Verflechtung von aktiven und passiven Maßnahmen sowie die Möglichkeit der Umwandlung von passiven in aktive Bodenluftsanierungen im Rahmen der Planung und Kostenschätzung ausreichend zu berücksichtigen.

50.1 Entgasungsgräben, -schächte und -flächenfilter

50.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Einbau von Entgasungsflächenfiltern, Entgasungsschächten oder –gräben zählt zu den passiven pneumatischen Maßnahmen. Passive pneumatische Verfahren gehören zu den Sicherungsverfahren. Sie dienen der Fassung von Gasen und Dämpfen und der Verhinderung deren unkontrollierter Ausbreitung. Danach erfolgt in der Regel eine Gasbehandlung. Passive pneumatische Maßnahmen werden vor allem bei der Gasfassung aus Altablagerungen eingesetzt. Die dort entstehenden Gasmengen lassen sich nur grob abschätzen. Die Menge ist abhängig von der Zusammensetzung der Abfälle, dem Ablagerungsalter, dem Feuchtegehalt und der angewandten Einbautechnik.

50.1.2 Kostenermittlung

50.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Bodenluftgrole auskoffern und profilieren	m ³	m
Drän- und Filtermatte verlegen	m ²	m
Bodenluftdränageleitung liefern und verlegen	m	
Schotterssäulen bohren und verfüllen	m	m ³
Gaswarngeräte liefern und vorhalten	Stck.	

50.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und Geotechnische Felduntersuchung, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen

LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 51-00-00	Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft

LB-AF Nr. Leistungsbereich

50 10 00 Entgasungsgräben, -schächte, -flächenfilter

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
50	11	00	Maßnahmen-spezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Einrichten und Räumen der maßnahmen-spezifischen Baustelle, Vorhalten der maßnahmen-spezifischen Baustelleneinrichtung	psch.			3834,89 *	
50	12	00	Bodenluftfassung					
		01	Bodenluftgigole auskoffern, profilieren	m³			18,41 *	
		02	Drän- und Filtermatte der Bodenluftdränage liefern und verlegen	m²			7,57 *	
		03	Filterkies liefern, einbauen	m			4,50 *	
		04	Bodenluftdränagerohre PVC DN 50, geschlitztes Vollrohr liefern und einbauen	m			4,14 *	
		05	Bodenluftleitungsrohre PEHD DN 50 liefern und einbauen	m			16,77 *	
		06	Bodenluftsammeleleitung für Gasdränagegräben PEHD DN 110 PN 6, gem. DIN 4262 liefern und einbauen, inkl. Grabenaushub (Tiefe 0,75 m), Dränagekies liefern und aller Nebenarbeiten	m	14,55	43,15	28,02	7
		07	Gasdränageleitung PEHD DN 110 PN 6, gem. DIN 4262, liefern und in Schutz- und Ausgleichsschicht verlegen, inkl. Anschluss an Entgasungsschacht	m	10,99	50,45	22,44	7
		08	PE-EL Steigleitungen DN 110 zur Entgasung der Gasdränagegräben liefern und einbauen (Länge ca. 5-7 m) inkl. aller Nebenarbeiten	Stck.	239,65	536,86	418,91	7
		09	Entgasungsschacht DN 600 aus PE-EL (Schachthöhe 1,6 m; Schachtdeckel; Manometer; Entnahmehahn 1/2") liefern, auf Sauberkeitsschicht einbauen und wasserdicht an die Kunststoffdichtungsbahnen anschließen	Stck.	3.498,26	4.486,85	3.999,84	7
		10	Bohrung und Verfüllung von Schottersäulen, d = 1000 mm, t = 7 m	m			409,03 *	
		11	Lieferung und Einbau von Brunnenringen, Einbindung in Oberflächenabdichtung, Regenschutz	Stck.			1022,58 *	
50	13	00	Betriebskosten, Sonstige Leistungen					
		01	Betriebskosten Bodenluftfassung		#	#	#	0
		02	Gaswarngeräte liefern und vorhalten	Stck.			639,12 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998								

50.2 Bodenluftabsaugung

50.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Leistungsbereich der aktiven pneumatischen Maßnahmen umfasst die Leistungen, die im Rahmen von Bodenluftsanierungen zur Absaugung der Bodenluft erforderlich sind. Die Bodenluftsanierung wird angewendet, um in der ungesättigten Bodenzone vorliegende Kontaminationen durch gasförmige oder in die Gasphase überführbare Kontaminanten zu entfernen bzw. zu minimieren. Durch dieses Sanierungsverfahren werden überwiegend leichtflüchtige halogenierte- (LHKW), leichtflüchtige aliphatische- (Pentan, Hexan) und aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) sowie deren Gemische dem Boden entzogen.

Beim Einsatz von Bodenluftabsaugverfahren werden dem Boden die leichtflüchtigen Schadstoffe durch Anlegen eines Unterdruckes und Absaugung der Luft entzogen. Liegt der Schadstoff im Untergrund nicht nur in Gasphase sondern auch in flüssiger Phase vor, erfolgt durch das Absaugen eine Störung des Phasengleichgewichtes, die zur laufenden Neubildung der Gasphase aus der gesättigten Zone führt. Die belastete Bodenluft wird im Anschluss an die Absaugung gereinigt.

Die zur Abreinigung eingesetzten Verfahren werden im Leistungsbereich 51-00-00 des Leistungsbuches behandelt.

50.2.1.1 Komponenten der Bodenluftabsaugung

Die Komponenten der Bodenluftabsaugung und ihre jeweilige Funktion werden im Folgenden beschrieben:

- *Bodenluftabsaugpegel,*
diese werden in der Regel als Rammpegel bzw. als Brunnen mit und ohne Kiesschüttung hergestellt. Ist auf Grund einer heterogenen Bodenhorizontierung die Absaugung aus mehreren Teufen erforderlich, werden Multilevelpegel eingesetzt. Die Filterstrecken sind dann entsprechend der Bodenschichtung anzuordnen. Geringmächtige Bodenhorizonte können effektiv mittels Horizontaldrainagen erschlossen werden. Zur Minimierung von Strömungseintrittswiderständen an den Pegeln sollte deren Durchmesser möglichst groß gewählt werden. Oberhalb der Filterstrecke, welche minimal 1,0 m unter der Geländeoberkante beginnen sollte, ist zur Vermeidung pneumatischer Kurzschlüsse eine Abdichtung (Bentonit o.ä.) einzubauen.
- *Verbindungsleitungen*
Die Verbindungsleitungen dienen dem Anschluss der Bodenluftpegel an den Wasserabscheider. Die Ausführung erfolgt überwiegend in flexiblen und vakuumfesten HDPE-Schläuchen bzw. Rohren. Die Durchmesser der Leitungen sind den Bodenluftpegeln anzupassen.
- *Wasserabscheider*
Wasserabscheider werden zwischen den Pegeln und den Luftförderern positioniert. Sie dienen dem Schutz der nachgeschalteten Anlagenteile vor mitgeführtem Wasser. Zum Schutz vor Beschädigungen durch den anliegenden Unterdruck sind vakuumfeste Wasserabscheider zu wählen. Entsprechend dem Wasseranfall sind die Abscheider regelmäßig zu entleeren bzw. als selbsttätig entleerende Abscheider auszuführen.

▪ Luftförderer

Zur Absaugung der Bodenluft werden Luftförderer eingesetzt, welche in ihrer Leistungscharakteristik der Durchlässigkeit des Bodens angepasst sind.

Ventilatoren kommen bei gut durchlässigen Böden ($k_f > 10^{-3}$ m/s) zur Anwendung. Die Absaugung von wenig durchlässigen Böden ($k_f 10^{-3}$ bis $k_f 10^{-6}$ m/s) erfolgt durch Seitenkanalverdichter. Die Bodenluft aus schlecht durchlässigen Böden mit einem k_f -Wert von $< 10^{-6}$ m/s kann nur mittels Vakuumpumpen abgesaugt werden.

50.2.1.2 Verfahren zur Steigerung des Schadstoffaustrags

Die in Kapitel 50.1.1 dargestellte Verfahrenstechnik der Bodenluftabsaugung kann zur Steigerung der Austrags-effizienz durch den Einsatz verschiedener Maßnahmen optimiert werden. Der Einsatz dieser Maßnahmen ist jeweils standort- und fallbezogen hinsichtlich des finanziellen Aufwandes und der Wirksamkeit zu überprüfen.

Optimierungsmaßnahmen und ihre möglichen Anwendungsbereiche zeigt die nachfolgende Zusammenstellung.

Verfahren	Verfahrensbeschreibung	Anwendungsbereich
Oberflächenabdeckung	Versiegelung der Geländeoberfläche durch Folie / Asphaltbelag	bei unversiegelten Sanierungsbereichen zur Optimierung des pneumatischen Systems
aktive Belüftung	Zufuhr von Frischluft	Verstärkte Schadstoffmobilisierung, Erhöhung des Schadstoffaustrags
Erwärmung des Untergrundes	Heizelemente / feste Wärmequellen Heißdampf-Luft-Injektion	Erhöhung des Schadstoffaustrags, schluffige, tonige Bodenarten in der ungesättigten Bodenzone, organische mittel- bis schwerflüchtige LNAPL und DNAPL Erhöhung des Schadstoffaustrags, Kiese und Feinsand – sandige Schluffe in der gesättigten / ungesättigten Bodenzone, organische leicht- bis mittel-flüchtige LNAPL und DNAPL

Bei der Erwärmung des Untergrundes über feste Wärmequellen (Heizelemente) wird auch in komplexen geologischen Strukturen (z. B. bindige Bodenarten) der Austrag von Schadstoffen unterschiedlicher Flüchtigkeit beschleunigt. Die erwärmte schadstoffbelastete Bodenluft wird abgesaugt und in konventionellen Reinigungsanlagen behandelt.

Bei der Bodenluftabsaugung mit Injektion von Dampf oder eines Dampf-Luft-Gemisches bewirkt der Satt-dampfanteil eine Erwärmung des Bodens und eine erhöhte Verdampfung der Schadstoffe, die injizierte Luft verhindert eine Flüssigmobilisierung des kondensierenden Schadstoffes durch beständigen gasförmigen Austrag. Die zusätzliche Luftinjektion sollte bei DNAPL-Schäden grundsätzlich angewendet werden, um das Absinken der Schadstoffe auf die Sohle des Aquifer zu vermeiden. Bei der Sanierung von LNAPL-Verunreinigungen ist die Luftinjektion nicht unbedingt erforderlich. Die schadstoffbelasteten Gase und Flüssigkeiten werden über Extraktionsbrunnen gefördert und oberirdisch in konventionellen Aufbereitungsanlagen gereinigt.

Das Einbringen von thermischer Energie in den Untergrund führt zu erhöhten Schadstoffaustragsraten. Damit können die Sanierungsdauer verkürzt und Betriebskosten gesenkt werden.

50.2.1.3 Bodenluftabsaugversuch

Die Absaugreichweite der Bodenluftpegel ist abhängig vom Durchlässigkeitsbeiwert k_f , dem Wassergehalt, dem Porenvolumen sowie der Korngrößenverteilung im Boden. Die Ermittlung der zur vollständigen Erfassung eines vorgegebenen Bodenkörpers notwendigen Pegelanzahl erfolgt somit in Korrelation mit der Absaugreichweite der einzelnen Pegel.

Der Bodenluftabsaugversuch (gem. ITVA Richtlinie H 1 – 1, März 2002) wird durchgeführt, um unter definierten Randbedingungen zu ermitteln, ob und in welchem Umfang verunreinigte Bodenluft aus der ungesättigten Bodenzone abgesaugt werden kann. Die im Versuch mittels eines Absaugaggregates geförderte Luft wird über einen vorgeschalteten Wasserabscheider sowie eine nachgeschaltete Abluftreinigung geführt.

Die Ziele des Absaugversuches sind

- das vorhandene Stoffpotenzial und den möglichen Austrag (Frachtbetrachtung) zu ermitteln, sowie die Beschaffenheit der abgesaugten Bodenluft zu bestimmen,
- den räumlichen Wirkungsbereich der Absaugung festzustellen, die optimale Absaugleistung bei den gegebenen Standortverhältnissen zu ermitteln,
- die Erfolgsaussichten der Sanierung des Untergrundes durch eine Bodenluftabsaugung abzuschätzen,
- die erforderliche Anzahl von Bodenluftabsaugbrunnen für einen nachfolgenden Sanierungsbetrieb festzulegen,
- wesentliche Grunddaten für eine Kostenschätzung einer ggf. nachfolgenden Sanierung durch Bodenluftabsaugung zu liefern.

Zur Durchführung des Absaugversuches werden ein Absaugbrunnen sowie zwei Kontrollmesspegel im Abstand von 5 m bzw. 10 m zur Bestimmung der Reichweite errichtet.

Während der Versuchsdurchführung sind zur Funktionskontrolle und zur Gewinnung der für die Auswertung erforderlichen Daten die im folgenden Messplan dargestellten Messungen durchzuführen. Die Gesamtdauer des Bodenluftabsaugversuches kann mit 5 Tagen angenommen werden.

Messplan zum Bodenluftabsaugversuch

Zeit [h]	Rohgas Schadstoff	Rohgas Vol.-Strom	Rohgas Druck, rel. Feuchte, Temp.	Unterdruck Kontrollmessstellen I + II	Füllstand Wasserabscheider	Witterungsbedingungen	Reingas rel. Feuchte	Reingas Temp.
0,1	X	X	X		X	X	X	X
3	X	X	X	X				
6	X	X	X	X				
24	X	X	X	X	X	X		
96	X	X	X	X	X	X	X	X

Die jeweiligen Messergebnisse der Vorortmessungen sind in einem Probenahmeprotokoll zu dokumentieren.

Die Messung des Unterdrucks in den Kontrollmessstellen wird zur Bestimmung der Absaugreichweite durchgeführt. An Hand der gemessenen Unterdrücke lässt sich der Bereich der effektiven Absaugung (Normalbereich:

LEISTUNGSBEREICH 50-20-00 *		BODENLUFTABSAUGUNG *		
BASISKOSTEN PEGEL				
Durchlässigkeits- beiwert k_f [m/s]	Reichweite R [m]	erforderliche Pegel- zahl (aufrunden!)	Kostenansatz K [€/m Tiefe]	Zuschlag Baustelle Z [€/3 Pegel]
$> 10^{-4}$	40	$AK^{**} / \pi (0,9^2 \times R^2)$ <i>(Berechnungsgrundlage: 20%-ige Überdeckung)</i>	102,00	2.600,00
10^{-4} - 10^{-6}	20			
$< 10^{-6}$	10			
BASISKOSTEN ABSAUGANLAGE				
<i>Anzahl der Absauganlagen = Pegelzahl / 8 (aufrunden !)</i>				
	Investitionskostenansatz IKs [€]		Betriebskostenansatz BKs[€]	
Absauganlage	15.300,00		13.800,00	
EINFLUß BODEN / KONTAMINATION				
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	angenommene Absaugdauer [Monate]		Variable fK	
$> 10^{-4}$	6		0,5	
	12		1,0	
	15		1,25	
10^{-4} - 10^{-6}	12		1,5	
	24		2,0	
	36		3,0	
Kosten LB 50-20-00 = Pegelzahl x Absaugtiefe t [m] x K [€/m] + Z [€] x [Pegelanzahl / 3] + Anzahl Absauganlagen x (IKs[€] + BKs [€] x fK) = _____ €				

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

** AK: kontaminierte Fläche

50.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und Geotechnische Felduntersuchung, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 20-00-00	Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 51-00-00	Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft

LB-AF Nr. Leistungsbereich

50 20 00 Bodenluftabsaugung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
50 21 00		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	Einrichten und Räumen der maßnahmen-spezifischen Baustelle, Vorhalten der maßnahmespezifischen Baustelleneinrichtung	psch.	255,64	7.843,22	2.321,44	10
	02	Container zur Aufnahme aller Anlagenkomponenten sowie Stromkasten / Schaltschrank, schallisoliert, frostsicher, liefern und aufstellen	Stck.	255,64	1.789,52	753,70	13
50 22 00		Erstellung von Absaugbrunnen					
	01	Trockenbohrung für BL-Absaugbrunnen bzw. für Einbau Wärmequellen / Injektionslanzen Durchmesser: 215 mm 250 mm 300 mm Bodenklasse: 1-4 2-5 Tiefe: 0 - 5 m 5 - 10 m 10 - 15 m 15 - 20 m 20 - 25 m	m	41,93 44,99 90,00 41,93 44,99 # 41,93 46,02 65,45 75,67 77,34	623,78 61,36 155,05 623,78 155,05 # 273,54 329,78 409,03 623,78 603,33	108,25 x 0,5 x 1,0 x 1,4 x 1,0 x # x 1,0 x 1,1 x 1,5 x 1,7 x 1,8	70
	02	Bodenluftabsaugbrunnen installieren; Stahlrohr (Filter- und Standrohr) verzinkt, DN 50, einschl. Brunnenkopf und Abdichtung des Ringraumes	m			255,65 *	
	03	Bodenluftabsaugbrunnen DN 50 installieren; temperaturbeständig für Absaugung bei Erwärmung des Untergrundes, einschl. Brunnenkopf und Abdichtung des Ringraumes	m			#	0
	04	Brunnenköpfe für Absaugbrunnen überflur zur Bodenluftentnahme liefern und installieren	Stck.	83,00	400,00	274,90	3
50 23 00		Investitionskosten Bodenluftabsaugung					
	01	Oberflächenabdichtung mit HDPE-Folie zur Verhinderung von pneumatischen Kurzschlüssen mit der Atmosphärenluft, liefern und verlegen	m²			3,84 *	
	02	Bodenluftabsauganlage liefern, montieren und in Betrieb nehmen	Stck.	498,18	13.450,00	4.450,20	13
	03	Bodenluftabsauganlage liefern und betriebsbereit montieren, inbetriebnehmen; bestehend aus 4 Seitenkanalverdichtern, Leistung min. 100 m³/h; Wasserabscheider, Betriebsstundenzähler und Anschlüssen	psch.	265,87	4.039,20	1.769,49	10
	04	Demontage und Rücknahme der oberirdischen Geräte und Einrichtungen	psch.			1.227,10 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

50 20 00 Bodenluftabsaugung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten-
			min	max	mittel	anzahl
05	Radialgebläse für den Vakuumbetrieb; 4 kW; Volumenströme bis 850 m³/h; Unterdrücke bis 110 mbar 15 kW; Volumenströme bis 1200 m³/h; Unterdrücke bis 190 mbar 22 kW; Volumenströme bis 1500m³/h; Unterdrücke bis 230 mbar	Stck.			4.995,32 * x 1,0 * x 2,1 * x 2,5 *	
06	Seitenkanalverdichter 1,2 - 2 kW; Volumenströme bis 250 m³/h; Differenzdrücke bis 260 mbar 3 - 4 kW; Volumenströme bis 500 m³/h; Differenzdrücke bis 300 mbar 7,5 - 11 kW; Volumenströme bis 1200 m³/h; Differenzdrücke bis 350 mbar	Stck.	76,69 76,69	3.190,00 3.190,00	1.097,04 x 1,0 x 1,3 * x 2,8 *	18
07	Drehschieber-Vakuumpumpe 0,3 kW; Volumenströme bis 5 - 10 m³/h; Endvakuum 150 mbar (abs.) 1,1 - 3 kW; Volumenstrom bis 20 - 100 m³/h; Endvakuum 150 mbar (abs.) 7,5 kW; Volumenströme 250 m³/h; Endvakuum 150 mbar (abs.) 15 kW; Volumenströme bis 500 m³/h; Endvakuum 150 mbar (abs.)	Stck.			434,60 * x 1,0 * x 5,0 * x 10,0 * x 20,5 *	
08	Elektrische Schalt- und Steueranlage für Verdichterstation liefern	Stck.			15.645,53 *	
09	Stromgegegnähler	Stck.			153,39 *	
10	Betriebsstundenzähler	Stck.			281,21 *	
11	Wasserabscheider 200 l, inkl. Zwangsentleerung (autom.) Luftdurchsatz max. 500 m³/h; Unterdruck max. 300 mbar; verzinkt Luftdurchsatz max. 500 m³/h; Unterdruck max. 700 mbar; verzinkt Luftdurchsatz max. 500 m³/h; Unterdruck max. 700 mbar; Edelstahl Unterdruck max. 1000 mbar; optische Füllstandsanzeige, verzinkt	Stck.	168,00	1.830,00	972,60 x 0,3 * x 0,7 * x 1,3 * x 1,0	5
12	Verteiler, 4-fach, inkl. 2" C-Kupplungen; liefern und anschließen	Stck.			703,03 *	
13	Vakuumschlauch mit 2" C-Kupplungen; verlegen und anschließen	m			30,17 *	
14	Saugdruckbegrenzer für Unterdruck auf max. 250 mbar inkl. C-Kupplungsanschlüssen	Stck.			127,82 *	
15	Druckwächter 220 V, 7 A, Messbereich -150 bis 0 mbar; 0 bis 150 mbar	Stck.			201,45 *	
16	Stromkabel 5x2,5 zum Anlagenanschluss	m			4,09 *	
17	Container / Gasmagazin aus Stahlblech, schließbar	Stck.			2.300,81 *	
18	Verrohrung in PE DN 50 mit Anschluss an Absaugpegel inkl. Verlegung und Montage	m	4,60	87,48	24,40	15

LB-AF Nr. Leistungsbereich

50 20 00 Bodenluftabsaugung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	19	Liefern und Installation der Heizelemente zur Erwärmung des Untergrundes einschl. Regelungstechnik	Stck.			#	0
	20	Liefern und Einbauen von Dampf-Luft-Injektionslanzen	Stck.			#	0
	21	Liefern und Installation von Temperaturfühlern / Messlanzen zur Überwachung der Untergrunderwärmung, einschl. Datenerfassungssystem	Stck.			#	0
50	24	00 Wartungs- und Betriebskosten					
	01	Wartung Absauganlage	Mt			332,34 *	
	02	Energiekosten Absauganlage (3-4 kW)	Mt			148,28 *	
	03	Wartung Wärmequellen / Heizelemente	Mt			#	0
	04	Stromverbrauch Wärmequellen, Heizelemente	Mt			#	0
	05	Erdgasverbrauch für Dampferzeugung	Mt			#	0
	06	Frischwasserbedarf für Dampferzeugung	Mt			#	0
	07	Wartung und Betrieb des Online-Messsystems für Luft-Dampf-Injektion	Mt			#	0
	08	Wartung und Betrieb des Online-Messsystems für Untergrunderwärmung über feste Wärmequellen (Heizelemente)	Mt			#	0
50	25	00 Begleitung, Überwachung, Dokumentation					
	01	Montage und Inbetriebnahme des Online-Messsystems für Dampf-Luft-Injektion	psch.			#	0
	02	Montage und Inbetriebnahme des Online-Messsystems für Untergrunderwärmung über feste Wärmequellen (Heizelemente)	psch.			#	0
50	26	00 Mietkosten					
	01	Absauganlage aus: 1 Seitenkanalverdichter, Steuerung und Regelung; Messeinrichtung (Durchfluss, Unterdruck, Temperatur, Gebläsetemperatur, Pneumatikdruck, Betriebsstundenzähler), Sicherheitseinrichtungen (Gebläsetemperaturüberwachung, Überfüllsicherung am Wasserabscheider, Druckluftüberwachung)	Mt	538,88	3.668,84	1.383,19	4
	02	Absauganlage aus : 1 Seitenkanalverdichter, Durchsatz 250 m³/h, inkl. Messeinrichtungen, Betriebsstundenzähler, Flammrückschlagsicherung	Mt	538,89	961,93	720,96	4
	03	Absauganlage aus: 1 Seitenkanalverdichter, Durchsatz 250 m³/h, inkl. Messeinrichtungen, Betriebsstundenzähler, Flammrückschlagsicherung; ohne UEG-Überwachung	Mt	112,48	800,00	386,08	7
	04	Absauganlage aus: 4 Seitenkanalverdichtern, Durchsatz min. 100 m³/h; Wasserabscheider, Betriebsstundenzähler und Anschlüssen	Mt	88,71	1.930,64	1.018,14	30
		1. - 12. Monat		128,59	1.930,64	x 1,0	
		13. - 24. Monat		102,00	1.917,34	x 0,95	
		25. - 36. Monat		88,71	1.917,34	x 0,9	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

50 20 00 Bodenluftabsaugung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	05	Installation und Inbetriebnahme bei Anlagen- miete	psch.			3.834,69 *	
	06	Verteiler mit C-Kupplungen und Pneumatik- ventilen	Mt			255,65 *	
	07	Druckschläuche inkl. C-Kupplung	Mt			255,65 *	
	08	Container aus Stahlblech (4,5m)	Mt	10,23	224,97	84,81	19
	09	Absaug- und Biofilteranlage, Miete	Mt	5.000,00	5.000,00	5.000,00	1
	10	Absaug- und Biofilteranlage, Betrieb	Mt	3.600,00	3.600,00	3.600,00	1
50	26	00 Bodenluftabsaugversuch nach ITVA H1-1					
	01	Gestellung der Gerätschaften für einen Boden- luftabsaugversuch (ohne Abluftreinigung), Nennleistung 150 m³/h, inkl. An- und Abfahrt, Auf- und Abbau der Gerätschaften	d	250,00	750,00	566,63	8
	02	Bodenluftabsaugversuch durchführen	Wo	203,75	2.200,00	1.239,75	16
		5 Tage (gemäß ITVA H1-1)		510,00	2.200,00	x 1,0	
		4 Wochen (nicht gemäß ITVA)		203,75	1.875,00	x 0,6	
	03	Aktivkohleanlage mit 2 in Reihe geschalteten Filtern für jeweils mind. 100 kg Aktivkohle (200 l-Fässer), einschl. An- und Abtransport, Monta- ge, Inbetriebnahme und Wartung, Leitungen, Entsorgung	Stck.	200,00	1.320,00	617,50	8
	04	Abluftreinigung vorhalten und betreiben	Wo	175,00	1.320,00	884,75	16
		5 Tage		600,00	1.320,00	x 1,0	
		4 Wochen		175,00	950,00	x 0,4	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

50.3 Literatur

- Betz, C.: Wasserdampfdestillation von Schadstoffen in porösen Medien: Entwicklung einer thermischen in-situ Sanierungstechnologie, Mitteilungen, Heft 97, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, 1998.
- Helmig, R.: Gekoppelte Strömungs- und Transportprozesse im Untergrund – Ein Beitrag zur Hydrosystemmodellierung, Mitteilungen, I Heft 91, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, 1998.
- ITVA-Richtlinie H 1 – 1: Richtlinie Bodenluftabsaugversuch, Hrsg. Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. (ITVA), Berlin, 2002.
- Landesumweltamt NRW: Arbeitshilfe Bodenluftsanierung, Ergebnisse einer Recherche zum Stand der Bodenluftsanierungspraxis mit Handlungsempfehlungen für die Planung und Durchführung von Bodenluftsanierungsmaßnahmen., in der Reihe: Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, MALBO Band 13, 2001.
- Schmidt, R.: Prozesse des Wärme- und Stofftransportes bei der In-situ-Sanierung mit festen Wärmequellen, Mitteilungen, Heft 115, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, 2003.
- Theurer, T.; Hiester, U.; Koschitzky, H.-P.; Winkler, A.: Technologieentwicklung zur thermischen In-Situ-Sanierung gering durchlässiger Böden, Diskussionskreis Abfall und Altlasten beim Statusseminar BW PLUS 2003, 11.03.2003.
- Winkler, A.; Koschitzky, H.-P.; Weiske, A.; Gropper, H.: Thermische In-situ-Sanierungstechnologien, Arbeitskreis „Innovative Erkundungs-, Sanierungs- und Überwachungsmethoden“, Schriftenreihe des *altlastenforums* Baden-Württemberg e.V. Heft 4, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 2001.

50.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachfirmen sind anhand aussagefähiger Referenzen auszuwählen.

51 Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft

51.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

In der Regel werden im Rahmen von Bodenluftsanierungsmaßnahmen leichtflüchtige halogenierte- (LHKW), leichtflüchtige aliphatische- (Pentan, Hexan) und aromatische Kohlenwasserstoffe sowie deren Gemische aus dem Boden abgesaugt und in einer Behandlungsanlage gereinigt.

Gemäß BodSchG § 13 Abs. 2 kann die zuständige Behörde für die Bodenluftsanierung einen Sanierungsplan verlangen. Anforderungen an den Sanierungsplan werden in Anhang 3 der Bodenschutz- und Altlastenverordnung geregelt (BodSchV). Dem Sanierungsplan sind üblicherweise die bau-, wasser-, immissionsschutz- und abfallrechtlichen Antragsunterlagen beizufügen.

Anlagen zur Bodenluftreinigung sind gemäß BImSchG keine genehmigungsbedürftigen Anlagen. Eine Genehmigung kann erforderlich werden, wenn zum Reinigungsprozess thermische Anlagen (thermische Nachverbrennung, katalytische Oxidation) über einen Zeitraum von mehr als 12 Monaten eingesetzt werden.

Eine Baugenehmigung kann erforderlich werden, wenn einzelne Behälter mit mehr als 50 m³ Fassungsvermögen oder mehr als 3 m Höhe errichtet werden sollen (Stand sicherheitsnachweis, Statik).

Die Methoden zur Reinigung von Bodenluft können in nachfolgende vier Verfahrenstechniken unterschieden werden, wobei die Auswahl und Anwendung der Verfahren jeweils in Abhängigkeit der Schadstoffart, -konzentration und -zusammensetzung erfolgt.

51.1.1 Absorption

Bei dieser Technik werden gasförmige Stoffe (CO₂, SO₂, NO_x) durch ein auf den Schadstoff abgestimmtes flüssiges Lösungsmittel aufgenommen. Das Lösungsmittel kann im Anschluss mittels Desorption, Destillation oder Adsorption gereinigt werden. Die Absorption ist zur Dekontamination von LHKW- und BTEX-haltiger Bodenluft sowie von Stoffgemischen nur bedingt geeignet, und kommt daher selten zur Anwendung.

51.1.2 Adsorption

Zur Reinigung der Bodenluft mittels Adsorption werden vornehmlich Aktivkohlen eingesetzt. Diese besitzen aufgrund ihrer hohen Porosität eine große spezifische innere Oberfläche von bis zu 2.000 m²/g.

Bei der Adsorption lassen sich grundsätzlich die Vorgänge der *Chemisorption*, bei der es z. B. durch Imprägnierung der Aktivkohle zu einer chemischen Reaktion zwischen dem Adsorbens und dem zu adsorbierenden Stoff kommt (z.B. Stickstoffverbindungen, CO₂, H₂S), und der *physikalischen Adsorption*, bei der Adsorbens und Adsorpt chemisch unverändert bleiben (z. B. organische Lösemittel) unterscheiden.

Die Adsorptionsprozesse bei Aktivkohlen finden an den durch den Herstellungsprozess veränderten Kristallgitterstrukturen statt. Die Schadstoffe werden durch die relativ leichten von-der-Waal'schen Kräfte an die Aktivkohlenoberfläche gebunden und können durch Behandlung der Kohle mit Heißdampf wieder von ihr gelöst werden (Reaktivierung).

Die Beladekapazität der A-Kohlen wird von den jeweiligen Kohleherstellern mit Adsorptionsisothermen berechnet. Die Adsorptionsisotherme ist die graphische Darstellung einer experimentell ermittelten Beladungsrate für einen Einzelstoff.

Bei geringen Luftmengen bzw. Schadstofffrachten kommen Einweg-Aktivkohlen zum Einsatz. Nur in Ausnahmefällen werden vor Ort regenerierbare Aktivkohlen eingesetzt. In der Sanierungspraxis liegen i.d.R. Stoffgemische vor, wobei es bei der Beladung der Aktivkohlen zu sogenannten Chromatographieeffekten kommt. Dabei werden leicht adsorbierbare Stoffe zuerst und schwer adsorbierbare Stoffe räumlich dahinter angelagert. Darüberhinaus finden Verdrängungseffekte statt, bei denen Stoffe mit leichteren Bindungen durch solche mit stärkeren Bindungen verdrängt werden.

Vinylchlorid (VC), leicht flüchtig und von geringem Chlorierungsgrad, ist schlecht adsorbierbar. Tetrachlorethen (PER), deutlich schwerer flüchtig und von hohem Chlorierungsgrad, ist sehr gut adsorbierbar. Das bedeutet, das zunächst an A-Kohle adsorbierte VC wird im Nachgang durch höher chlorierte Komponenten wieder verdrängt. Dies führt in der Praxis dazu, dass VC nicht oder nur in äußerst geringem Maße an Aktivkohle adsorbierbar ist. In der folgenden Tabelle werden Aktivkohle-Beladungsraten für ausgewählte Schadstoffe (Einzelstoffe) in unterschiedlichen Konzentrationen für einen Volumenstrom von je 100 m³/h angegeben.

Tabelle 1: Aktivkohle-Beladungsraten

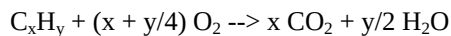
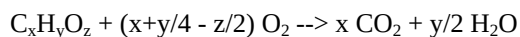
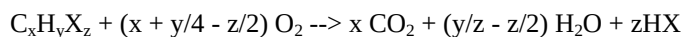
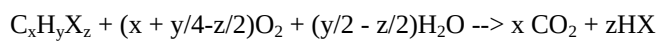
Schadstoff	Konzentration [mg/m ³]	Beladung [Gew. -%]	Aktivkohleverbrauch [kg/Tag]
Benzol	1	4,3	0,056
	500	11	11
	1000	12	20
Toluol	1	6	0,04
	500	16	7,6
	1000	18	14
Xylol	1	13	0,019
	500	21	5,7
	1000	22	11
Vinylchlorid	1	0,0065	37
	500	0,19	620
	1000	0,28	840
cis 1,2 Dichlorethen	1	0,57	0,42
	500	7,4	16
	1000	9,8	24
Trichlorethen	1	4,6	0,052
	500	21	5,7
	1000	25	9,7
Tetrachlorethen	1	8,5	0,028
	500	34	3,5
	1000	40	6
Trichlormethan	1	0,59	0,4
	500	8,2	15
	1000	11	22
Tetrachlormethan	1	1,8	0,13
	500	16	7,5
	1000	21	12

Grundsätze

- Die Beladepazität der A-Kohle steigt mit zunehmender Schadstoffkonzentration;
- Die Kontaktzeit zur Adsorption der Kontaminanten an A-Kohle beträgt 0,1 – 2,0 s;
- Steigende Luftfeuchtigkeit verringert die Beladungskapazität.

51.1.3 Oxidation**Katalytische Oxidation**

Bei der katalytischen Oxidation werden die Schadstoffe im Idealfall vollständig zu HCl, CO₂ und H₂O oxidiert. Die chlorierten Kohlenwasserstoffe sowie die Kohlenwasserstoffe werden gemäß den folgenden Gleichungen umgesetzt.

Kohlenwasserstoffe:Sauerstoff-Verbindungen:Halogen- und wasserstoffhaltige Verbindungen mit $y > z$:Halogen- und wasserstoffarme Verbindungen mit $y < z$:

Als Katalysatoren finden Mischoxid- (Cu- und Cr-Mischoxid) und Edelmetallkatalysatoren (Platin, Palladium) Verwendung. Der Katalysortyp wird in Abhängigkeit von den zu entfernenden Schadstoffen und eventuell vorhandenen Katalysatorgiften, wie z. B. Blei oder Schwefelverbindungen, ausgewählt. Zur vollständigen Oxidation sind Temperaturen zwischen 350°C und 550°C erforderlich.

Die Temperaturerhöhung der Prozessluft erfolgt üblicherweise mit einem gasbefeuchten Lufterhitzer; in Ausnahmefällen können auch elektrische Lufterhitzer eingesetzt. Die Abwärme des Reaktors wird über einen Wärmetauscher zur Vorerwärmung der Prozessluft genutzt. Die Qualität des Wärmetauschers ist ein wesentlicher Kosteneinflussfaktor. Niedrige Investitionskosten beim Wärmetauscher können zu deutlich überhöhten Betriebskosten der Reinigungsanlage führen.

Sind halogenierte KW in der Bodenluft enthalten, muss der katalytischen Oxidation ein Wäscher nachgeschaltet werden, um das gebildete HCl bzw. Cl₂ zu entfernen. Alle Anlagenteile sind dann säurebeständig auszuführen, da das bei der Umsetzung anfallende HCl hochkorrosiv ist. Ab einer Schadstoffkonzentration von ca. 3 g/m³ (Aromaten oder Aliphaten) ist ein autothermer Betrieb möglich.

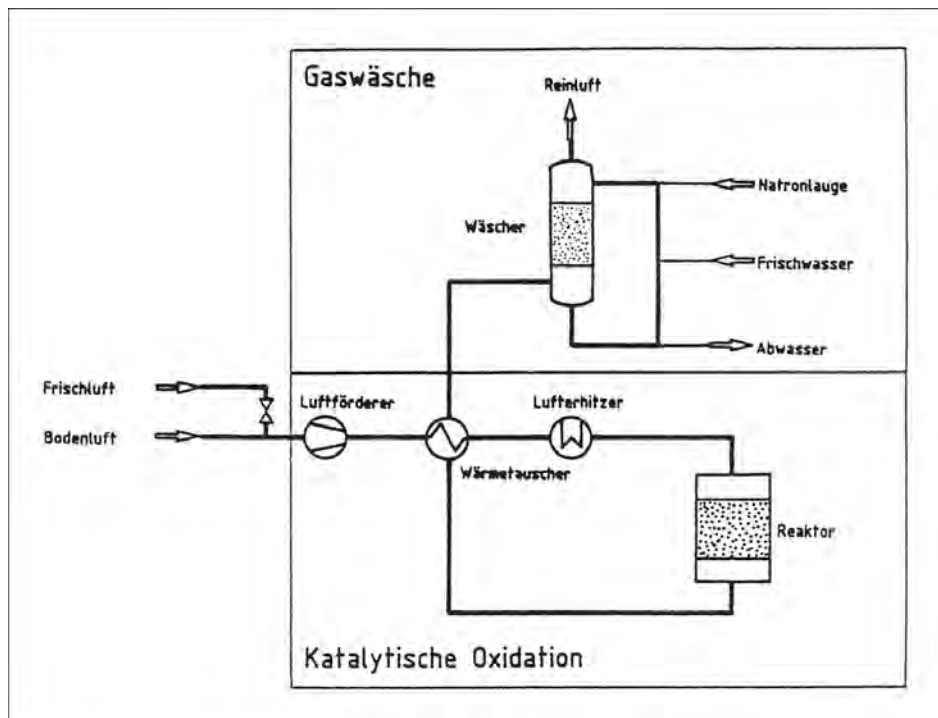


Abb. 1: Verfahrensschema der katalytischen Oxidation (ITVA, 1997)

Thermische Nachverbrennung

Die Schadstoffe in der Bodenluft werden bei Temperaturen zwischen 750°C und 1200°C (Zündtemperatur) in einer mittels Propangas erhitzten Brennkammer unter Zufuhr von Sauerstoff zu anorganischen Produkten wie CO₂ und H₂O oxidiert. Die Prozessluft wird zur Energierückgewinnung über einen Wärmetauscher geführt.

Als Emitanten fallen CO, CO₂, SO_x sowie Ruß aus unvollständigen Verbrennungsprozessen an.

Anlagen mit Rohrbündelwärmetauschern können ab einem Schadstoffgehalt von ca. 6 – 8 g/m³ autotherm betrieben werden. Werden Wärmetauscher aus keramischen Speichermassen eingesetzt, kann der Betrieb bereits bei ca. 3 g/m³ autotherm erfolgen.

Sind halogenierte KW in der Bodenluft enthalten, muss bei der thermischen Nachverbrennung ein Wäscher nachgeschaltet werden, um das gebildete HCl bzw. Cl₂ zu entfernen.

Die thermische Nachverbrennung kann im Gegensatz zur katalytischen Oxidation auch bei Schwefel- und Bleiverbindungen eingesetzt werden.

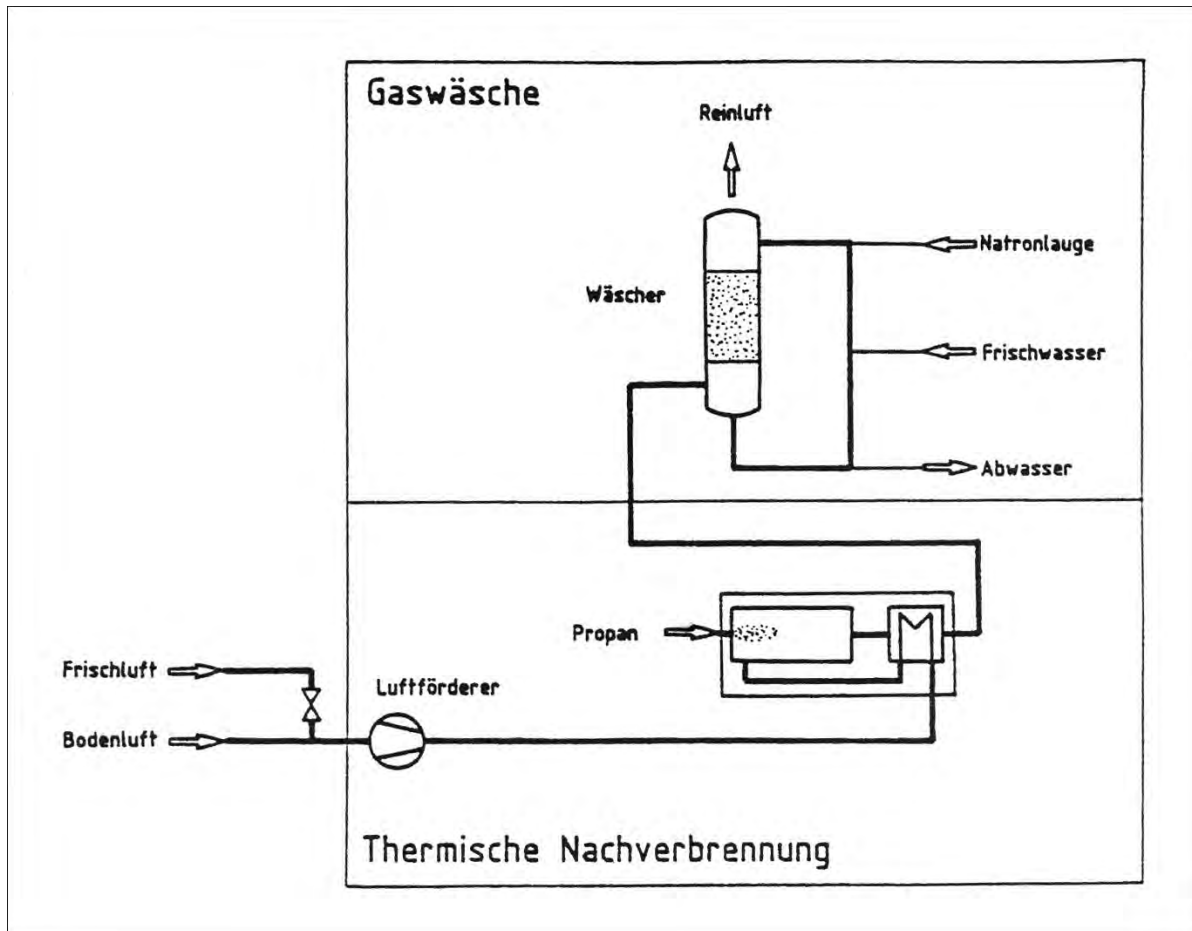


Abb. 2: Verfahrensschema der thermischen Nachverbrennung (ITVA, 1997)

51.1.4 Biofiltration

Das Verfahren ist zur Abreinigung von Boden- / Abluft und Deponiegas mit organischen, schwefel- und sauerstoffhaltigen Verbindungen geeignet. Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Biofilterverfahrens sind eine gute Wasserlöslichkeit der Schadstoffe, das Vorhandensein der für den Zellaufbau der Mikroorganismen erforderlichen Elemente (P, N, K) sowie ein ausreichender Feuchte- und Sauerstoffgehalt im Filter. Die Reinigungsleistung ist abhängig von der Schadstoffkonzentration, i. d. R. sind bei höheren Konzentrationen höhere Abbauraten zu erwarten. Das System reagiert äußerst labil auf die Änderung verschiedener Einflüsse (Temperatur, Feuchtigkeit, Strömungsverhalten des Filters) und bedarf daher einer intensiven Überwachung. Die Bodenluft wird über eine aktive Filterschicht (Komposte, Torfe) geführt, in welcher die Schadstoffe am Feuchtfilm des Filters adsorbiert, und anschließend durch Mikroorganismen abgebaut bzw. umgesetzt werden.

Das Verfahren findet bisher nur selten Anwendung, da gesicherte Angaben zur Leistungsfähigkeit (Filterstandzeit, Reinigungsgrad) bislang nicht vorliegen. Angaben zur Auslegung und Ausführung von Biofiltern enthält die VDI-Richtlinie 3477 „Biologische Abgas- / Abluftreinigung“.

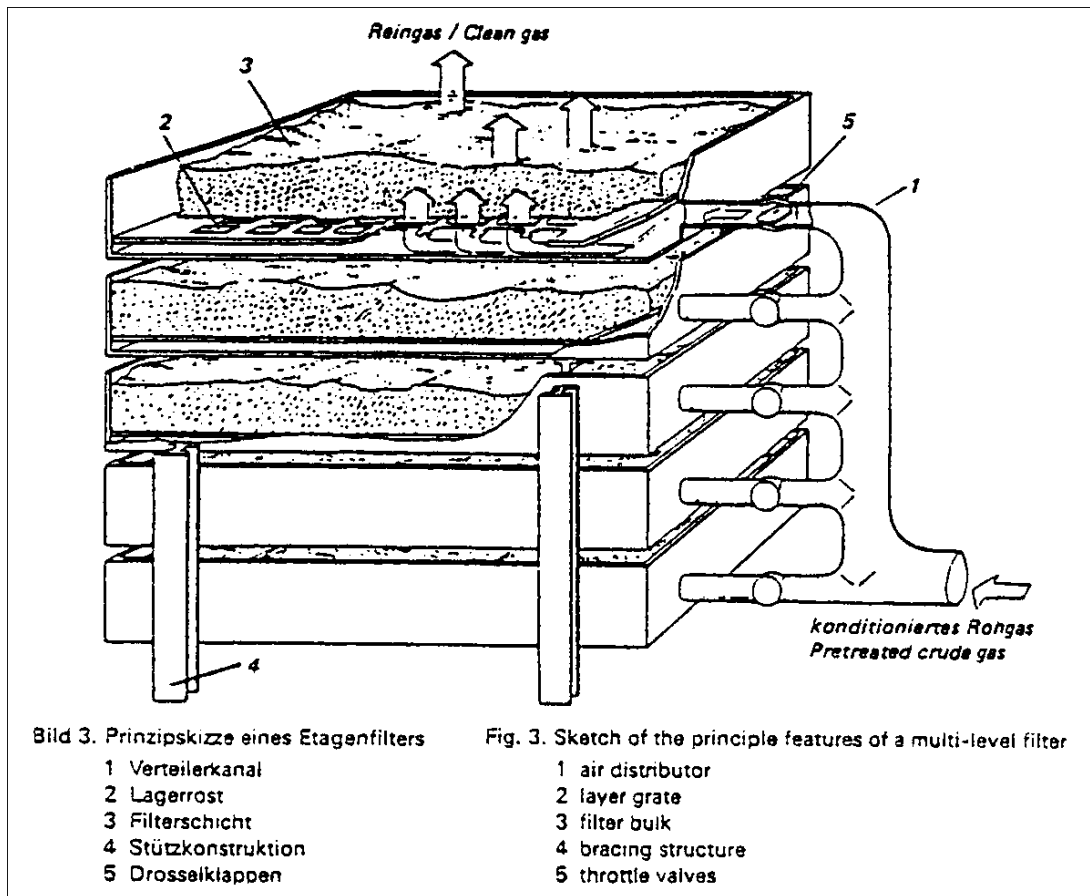


Abb. 3: Etagenfilter zur biologischen Abluftreinigung (VDI 3477)

51.1.5 Komponenten der Bodenluftsanierungsanlage

Im Vorfeld der Auswahl und Dimensionierung der Komponenten zur Bodenluftsanierung ist ein Bodenluftabsaugversuch gemäß ITVA-Richtlinie Bodenluftabsaugversuch (Richtlinie – H 1 – 1, März 2002) durchzuführen.

Beim Bodenluftabsaugversuch wird unter definierten Randbedingungen geprüft, ob und in welchem Umfang verunreinigte Bodenluft aus der ungesättigten Bodenzone abgesaugt werden kann. Die im Versuch mittels eines Absaugaggregates geförderte Luft wird über einen vorgeschalteten Wasserabscheider sowie eine nachgeschaltete Abluftreinigung geführt.

Die Ziele des Absaugversuches sind:

- das vorhandene Stoffpotenzial und den möglichen Austrag (Frachtbetrachtung) zu ermitteln sowie die Beschaffenheit der abgesaugten Bodenluft zu bestimmen,
- den räumlichen Wirkungsbereich der Absaugung festzustellen, die optimale Absaugleistung bei den gegebenen Standortverhältnissen zu ermitteln,

- die Erfolgsaussichten der Sanierung des Untergrundes durch eine Bodenluftabsaugung abzuschätzen,
- die erforderliche Anzahl von Bodenluftabsaugbrunnen für einen nachfolgenden Sanierungsbetrieb festzulegen,
- wesentliche Grunddaten für eine Kostenschätzung einer ggf. nachfolgenden Sanierung durch Bodenluftabsaugung zu liefern.

Der Versuch sollte am bekannten bzw. vermuteten Schadstoff-Eintragsschwerpunkt (hot spot) durchgeführt werden. Für den Absaugversuch werden ein Absaugbrunnen sowie zwei Kontrollmessstellen im Abstand von 5 m bzw. 10 m zur Bestimmung der Reichweite errichtet.

Während der Bodenluftabsaugung sind zur Funktionskontrolle und zur Gewinnung der für die Auswertung erforderlichen Daten die im folgenden Messplan dargestellten Messungen durchzuführen. Die Gesamtdauer des Bodenluftabsaugversuches kann mit 5 Tagen angenommen werden.

Tabelle 2: Messplan (gem. ITVA-Richtlinie H1 – 1)

Zeit [h]	LHKW im Rohgas	Vol.- Strom Rohgas	Druck, rel. Feuchte, Temp. im Rohgas	Unterdruck Kontrollmessstellen I + II	Füllstand Wasserabscheider	Witterungsbedingungen	rel. Feuchte Reingas	Temp. im Reingas
0,1	X	X	X		X	X	X	X
3	X	X	X	X				
6	X	X	X	X				
24	X	X	X	X	X	X		
96	X	X	X	X	X	X	X	X

Die jeweiligen Messergebnisse der Vorortmessungen sind in einem Probenahmeprotokoll zu dokumentieren. Die Messung des Unterdrucks in den Kontrollmessstellen wird zur Bestimmung der Absaugreichweite durchgeführt. An Hand der gemessenen Unterdrücke läßt sich der Bereich der effektiven Absaugung (Normalbereich: -1 bis -5 mbar) feststellen.

Anmerkung:

Bereits vor Durchführung eines Bodenluftabsaugversuches ist der Standort hinsichtlich einer etwaigen Methan-Problematik (wird nicht adsorbiert!) zu erkunden. CH₄ bildet mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch. Aus diesem Grund sind bei Methanverdacht Ex-geschützte Maschinen zu verwenden, darüber hinaus ist striktes Rauchverbot im Versuchsbereich geboten. Die untere Explosionsgrenze von Methan liegt bei 4,4 Vol.-% (29 g/m³) die obere Explosionsgrenze bei 16,5 Vol.-% (110 g/m³). Das Maximum der Explosionskraft liegt bei 9,4 Vol.-% Methan in Luft (Bergbau: "Schlagende Wetter").

Bodenluftfassungsanlage

Hier ist grundsätzlich zwischen vertikalen Ramm- / Bohrbrunnen und horizontalen Fassungsanlagen zu unterscheiden.

Bei der Erstellung von Absaugbrunnen ist ein Mindestbohrdurchmesser von 100 mm und ein Ausbaudurchmesser von min. 2" einzuhalten. Die Schlitzweite der Filterrohre ist derart zu wählen, dass einerseits die Strömungsverluste der Bodenluft beim Eintritt in die Filterstrecke möglichst gering sind und andererseits keine Bodenparti-

kel mit angesaugt werden. Grundsätzlich bewirkt ein großer Ausbaudurchmesser geringe Strömungsverluste und somit erhöhte Absaugreichweiten. Die Ringraumverfüllung im Bereich der Filterstrecke erfolgt mit Kies der Körnung 2/4 mm. Zur Vermeidung pneumatischer Kurzschlüsse wird die Bohrung oberhalb der Filterstrecke mittels Bentonit abgedichtet. Das Brunnenrohr ist an der Geländeoberkante sicher einzufassen (Beton) und mit einem Anfahrerschutz vor Beschädigung zu schützen.

Horizontale Fassungen kommen bei oberflächennahen Schadensfällen oder geringen Flurabständen zum Einsatz. In einen Graben werden, ähnlich einer Drainage, kiesummantelte Filterrohre verlegt und zur Geländeoberfläche mit dichtem Material abgedeckt. Horizontale Fassungsanlagen bedingen einen großflächigen Eingriff in die Erdoberfläche und sind somit bei überbauten Geländen nur eingeschränkt einsetzbar.

Absaugleitungen

Die Absaugleitungen verbinden die Absaugpegel mit der Reinigungsanlage. Sie bestehen üblicherweise aus unterdruckfesten Kunststoffschläuchen deren Durchmesser dem Absaugvolumenstrom angepasst ist. Gemäß "Handbuch hydraulische und pneumatische in-situ Verfahren" (LfU, Band 16) sind Absauganlagen derart zu dimensionieren, dass die Durchströmungsgeschwindigkeit in den Zuleitungen einen Wert von 10 – 15 m/s nicht überschreitet, da anderenfalls stark erhöhte Druckverluste auftreten.

Absaugaggregat

Die Auswahl des geeigneten Absaugaggregates erfolgt in Abhängigkeit der lokalen Bodendurchlässigkeit und der erforderlichen Absaugreichweite. Grundsätzlich werden drei Arten von Absaugaggregaten eingesetzt.

Ventilatoren können bei stark durchlässigen Böden ($k_f > 10^{-3}$ m/s) eingesetzt werden. Sie erzeugen bei einem großen Luftdurchsatz nur geringe Druckdifferenzen.

Seitenkanalverdichter arbeiten nach dem Impulsprinzip, d.h. es wird kinetische Energie vom rotierenden Zellenrad auf das zu fördernde Medium übertragen, und in Druck bzw. Unterdruck umgewandelt. Aufgrund ihres breiten Einsatzspektrums (k_f : 10^{-3} bis 10^{-6} m/s) kommen sie häufig zum Einsatz. Zur Vermeidung einer Verunreinigung der Prozessluft durch Ölnebel sind möglichst Seitenkanalverdichter mit ölfreier Verdichtung zu verwenden.

Vakuumpumpen erzeugen sehr große Druckdifferenzen jedoch nur geringe Volumenströme. Sie werden bei feinkörnigen, gering durchlässigen Böden ($k_f < 10^{-6}$ m/s) eingesetzt.

Wasserabscheider

Dem Absaugaggregat wird ein Wasserabscheider vorgeschaltet. Dieser verhindert ein Eindringen von eventuell mitgeführtem Wasser in die Reinigungsstufe und vermeidet darüberhinaus eine Koadsorption von Wasserdampf im A-Kohlefilter, die ab einer relativen Bodenluftfeuchte von > 50 % eintritt.

Bodenluftreinigungsverfahren

Die Auswahl eines für den speziellen Sanierungsfall geeigneten Verfahrens und der zugehörigen Anlagenkomponenten erfolgt auf Basis der Ergebnisse der Vorerkundungen (Stoffspektrum, Geologie etc.) und des Bodenluftabsaugversuches. Darüberhinaus sind die verfahrensimmanenten Stoffströme und deren ökologische und ökonomische Auswirkungen zu bewerten.

Eine vollständige Eliminierung der Schadstoffe ist nur mittels Oxidation möglich. Bei allen anderen Verfahren erfolgt lediglich eine Verlagerung der Schadstoffe von der Bodenluft an das jeweilige Adsorbens.

In jedem Fall ist zu berücksichtigen, dass im Verlauf der Sanierung eine Änderung der Reinigungstechnik durch abnehmende Schadstoffkonzentrationen erforderlich werden kann. So ist beispielsweise beim Rückgang von ursprünglich hohen Vinylchlorid-Gehalten die Umstellung von der katalytischen Oxidation auf eine Adsorberstufe sinnvoll.

Tabelle 3: Übersicht Verfahrenseignung

Verfahren	Rohluftkonzentration [mg/m³]	BTEX		LHKW	
		R	W	R	W
Adsorption (Einweg- Aktivkohle)	> 1.000	+	0	+	0
	100 – 1.000	+	+	+	+
	10 – 100	+	+	+	+
	< 10	+	0	+	0
Katalytische Oxidation	> 1.000	+	+	+	+
	100 – 1.000	+	+	+	+
	10 – 100	+	0	+	0
	< 10	+	-	+	-
Thermische Nachverbrennung	> 1.000	+	+	+	+
	100 – 1.000	+	+	+	+
	10 – 100	+	0	+	0
	< 10	+	-	+	-
Biofilter	> 1.000	-	-	-	-
	100 – 1.000	0	0	-	-
	10 – 100	0	0	-	-
	< 10	+	+	-	-

(Altenbockum & Partner 1999)

R Reinigungsleistung
W Wirtschaftlichkeit
+ gute Eignung
0 geringe Eignung
- keine / schlechte / unbekannte Eignung

Sonstige Komponenten

Zur Steigerung der Reichweite der Bodenluftabsaugung ist bei unzureichender Oberflächenversiegelung eine Abdichtung der Erdoberfläche im Luftzustrombereich zu verlegen. Die Abdichtung kann aus Dichtungsfolien hergestellt werden wobei darauf zu achten ist, dass die Folien eine ausreichende UV-Beständigkeit aufweisen.

Zur Minderung der Geräuschemission, welche von der Reinigungsanlage ausgeht, sowie zur Vermeidung eines unbefugten Zugriffs auf die Reinigungsanlage ist gegebenenfalls kann eine Einhausung der Anlage erforderlich. Üblicherweise werden die Absaug- und Reinigungsanlagen dabei in verschließbaren Containern installiert.

51.1.6 Probenahme und Messungen

Im Verlauf der BL-Behandlung sind die physikalischen und chemischen Kenndaten des Anlagenbetriebes in geeigneten Zeitabständen zu überwachen und zu dokumentieren.

Arten der Überwachung:

- Vor-Ort-Probenahme und Messung
- Vor-Ort-Probenahme und Analytik im Labor
- Prozessüberwachung mit Online-Messtechnik

Überwachungsparameter:

- physikalische Parameter
 - Volumenstrom
 - Druck (Unterdruck)
 - Temperatur
 - Feuchte (+ Taupunkt)
 - chemische Parameter
 - O₂
 - CO₂
 - CH₄
 - Meteorologische Daten
 - Niederschlag
 - Luftdruck
 - Lufttemperatur
 - Schadstoffkonzentrationen
 - z.B. BTEX, LCKW, H₂S etc.
- Messung der Schadstoffkonzentration kann erfolgen über:
- Prüfröhrchen (einzelne BTEX- oder LCKW-Komponenten)
 - Messgeräte mit Summendetektoren (FID, PID)
 - Messgeräte mit Sensoren für einzelne Gefahrstoffe (H₂S)

Probenahme

- Gassammelbehälter (Septumglas, Gasmaus)
- Adsorptionsröhrchen

Eignung der Probenahmeverfahren (nach Dr. H. Wächter, 1999)

	Gassammelbehälter	Adsorptionsröhrchen
Vorteile	Probenahme ist schnell, einfach; unabhängig vom Druck in der Leitung; gleichzeitige Erfassung halogenierter, aromatischer und aliphatischer KW möglich; geeignet für VC und cis-Dichlorethen	lange Lagerfähigkeit (> 5d); Nachweisgrenze liegt deutlich tiefer ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) als beim Septumglas
Nachteile	Lagerfähigkeit max. 1 Woche; hohe Konzentrationen erfordern mehrfache Probenahmen; evtl. Dichtigkeitsprobleme am Septum	aufwendige Probenahme und Analytik führt zu höheren Kosten; zwei Proben für die Analytik auf LCKW und aromatische/aliphatische KW erforderlich; das Anreichervolumen kann auf Grund des in der Leitung herrschenden (Unter-) Druckes nur schwer bestimmt werden; Stoffdurchbruch bei hohen Konzentrationen; hohe Volumengeschwindigkeiten führen zur unvollständigen Adsorption (Minderbefund); ungeeignet für VC und cis-Dichlorethen

51.2 Kostenermittlung**51.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation**

Im Leistungsverzeichnis sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorzusehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Bodenluftbehandlungsanlage liefern, installieren, abbauen	Stck.	psch.
Aktivkohle-Füllung liefern, einbauen, inkl. Regenerierung / Entsorgung	kg	
Vorhalten der Behandlungsanlage	Mt	
Gestellung der Behandlungsanlage mietweise	Wo	Mt
Betriebskosten	Mt	a

Die Kosten für die Behandlung von Bodenluft sind abhängig vom Volumenstrom der Absauganlage, der Schadstoffkonzentration und –zusammensetzung sowie dem eingesetzten Reinigungsverfahren. Der Kostenansatz basiert auf regenerierbaren Aktivkohlefiltern, wobei mit 20% Regenerierungsverlust und einer Verminderung der Beladungskapazität gerechnet wird. Sofern biologisch abbaubare Kontaminanten im Untergrund vorliegen, besteht die Möglichkeit zur Kostenreduzierung durch den Ersatz der A-Kohlefilter durch Biofilter.

Die Kosten für einen Bodenluft-Absaugversuch werden im Leistungsbereich 50 erfasst.

LEISTUNGSBEREICH 51-00-00 *	BEHANDLUNG VON BODENLUFT *	
A B L U F T R E I N I G U N G		
Durchlässigkeitsbeiwert k _f [m/s]	Investitionskostenansatz IKL [€]	Betriebskostenansatz BKL [€]
> 10 ⁻³	5.600	31.000
10 ⁻³ - 10 ⁻⁶	3.800	46.000
< 10 ⁻⁶		61.000
Kosten LB 51-00-00 = Anzahl Absauganlagen x (IKL [€] + BKLmax. [€]) = _____ €		

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

51.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

- LB 11-00-00 Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
- LB 13-00-00 Chemisch-physikalische Analytik
- LB 27-00-00 Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- und Sickerwasser
- LB 30-00-00 Bodenaushub, Erdarbeiten
- LB 34-00-00 Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
- LB 50-00-00 Fassung und Entnahme von Bodenluft
- LB 70-00-00 Oberflächenabdeckung
- LB 71-00-00 Oberflächenabdichtung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

51 00 00 Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
51 01 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten und Räumen der maßnahmespezifischen Baustelle; Vorhalten der maßnahmespezifischen Baustelleneinrichtung;	psch.			1048,15 *	
02	Vorbereiten einer Stellfläche für die Reinigungsanlage und Wiederherstellung der Fläche nach Beendigung der Maßnahme	psch.	218,64	1.500,00	632,43	4
51 02 00	Behandlungsanlage Lieferung, Installation und Rückbau					
01	Aktivkohlefilteranlage liefern, einrichten und wieder entfernen, inkl. aller erforderlichen Anschlüsse (Durchsatz: 280 m³/h)	Stck.	1.035,00	2.751,31	2.061,70	5
02	Aktivkohlefilteranlage liefern, einrichten und wieder entfernen, inkl. aller erforderlichen Anschlüsse (Durchsatz: 13.000 m³/h)	psch.	46.936,59	46.936,59	46.936,59	1
03	Aktivkohlefilter liefern und montieren, Füllmenge 100 kg	Stck.	184,07	1.215,85	400,80	10

LB-AF Nr. Leistungsbereich

51 00 00 Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Zusätzliche Aktivkohle-Einheit liefern und montieren, incl. Entsorgung beladener Aktivkohle	psch.	862,50	1.600,00	1.311,10	4
	05	Aktivkohle-Fassfilter, 210 l; Edelstahl gem. GGVS; incl. ca. 100 kg A-Kohle Erstbefüllung; mit Filterverbindungselement und Stutzen für Zu- und Abluft; Probenahmeverrichtung	Stck.			910,10 *	
	06	Katalytische Verbrennungsanlage liefern, montieren und inbetriebnehmen, einschl. Vorheiz-er, Wasserabscheider, Hilfsgebläse	Stck.	818,07	2.580,49	1.448,72	3
	07	Katalytische Nachverbrennung liefern, errichten und wieder entfernen, inkl. Gaswäscher, Durchsatz 250 m³/h	psch.	1.677,00	9.847,48	5.850,68	10
	08	Demontage und Rücktransport der katalytische Verbrennungsanlage	psch.	525,00	1.000,00	784,15	4
	09	Abluftreinigungsanlage mittels Nasswäsche (Kalkmilch) und anschließender Aktivkohlead-sorption liefern, einrichten und wieder entfer-nen, (Durchsatz: 13.000 m³/h)	Stck.	12.823,71	12.823,71	12.823,71	1
	10	Biofilter liefern und montieren	Stck.	#	#	#	0
51	03	00 Vorhaltung, Betrieb und Wartung					
	01	Aktivkohlenfilteranlage mietweise gestellen Durchsatz: 250 m³/h 400 m³/h 13.000 m³/h	Mt	31,70 88,00 1.758,84	1.758,84 620,35 1.758,84	304,25 x 1,0 x 1,4 * x 5,5	10
	02	Aktivkohlefilteranlage vorhalten und betreiben	d	4,34	4,34	4,34	1
	03	Aktivkohleanlage regenerierbar, Betriebskosten	a			63.911,50 *	
	04	Aktivkohle-Anlage Energiekosten (Durchsatz: 130 m³/h)	Mt			327,20 *	
	05	Aktivkohle-Anlage, Wartung und Reparatur	Mt			767,00 *	
	06	Aktivkohle Erstbefüllung liefern und einbauen	kg	1,51	4,44	2,50	5
	07	Aktivkohle Folgebefüllung liefern und einbauen	kg	0,91	3,41	2,16	2
	08	Aktivkohle ausbauen und entsorgen	kg	4,53	4,53	4,53	1
	09	Aktivkohletausch, incl. An- und Abtransport sowie Rücknahme der belasteten Aktivkohle	kg	1,79	5,55	3,05	24
	10	Spezial-Kornaktivkohle liefern, Schüttdichte 440 kg/m³, im Wechsel gegen beladene Aktivkohle einbauen	kg	2,21	3,50	3,00	3
	11	Katalytische Nachverbrennung mietweise ge-stellen Durchsatz: 200 m³/h 250 m³/h	Mt	1.012,87 1.078,00 1.566,86	7.311,98 1.955,53 7.311,98	1.575,15 x 1,0 x 2,0	17
	12	Katalytische Nachverbrennung vorhalten	Mt			2.658,72 *	
	13	Katalytische Nachverbrennung warten	Mt			664,70 *	
	14	Energiekosten Katalysatoranlage	Mt			342,60 *	
	15	Abluftreinigungsanlage mittels Nasswäsche (Kalkmilch) und anschließender Aktivkohlead-sorption mietweise gestellen (Durchsatz: 13.000 m³/h)	Wo.	3.988,08	3.988,08	3.988,08	1
	16	Natronlauge liefern zur Schärfung der Wasch-flüssigkeit	kg	0,66	0,66	0,66	1
	17	Biofilter- und Absauganlage, Miete	Mt	5.000,00	5.000,00	5.000,00	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

51 00 00 Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	18	Biofilter- und Absauganlage, Betrieb	Mt	3.600,00	3.600,00	3.600,00	1
	19	Biofilter warten	Mt	#	#	#	0
	20	Biofilter Energiekosten	Mt	#	#	#	0
	21	Transport und Entsorgungskosten für anfallen- des Wasser aus der Wasserfalle	l	0,13	0,50	0,25	4
51	04	00 Überwachungsarbeiten					
	01	Überwachung des Anlagenbetriebs inkl. aller Ortstermine	Wo.	38,48	1.002,59	263,81	22
	02	Eigenüberwachung durch Untersuchung von Roh- und Abluft auf BTX	Stck.			194,30 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

51.3 Literatur

Altenbockum, M.; Odensaß, M.: Die Bodenluft in der täglichen Sanierungspraxis, TerraTech 6/98, S. 57-61, Mainz, 1998.

ITVA-Arbeitshilfe Bodenluftsanierung, Fachausschuss H1 „Technologie und Verfahren“, 1997.

ITVA-Richtlinie H 1 – 1: Richtlinie Bodenluftabsaugversuch, Hrsg. Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. (ITVA), 2002.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg LfU BW (Hrsg.): Praxisbezogene Grundlagen und Kriterien für eine schadensfallgerechte Anwendung der Bodenluftabsaugung – Materialien zur Altlastenbearbeitung, Leonberg 1990.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg LfU BW (Hrsg.): Technologien zur Abluftreinigung bei Bodenluftsanierungen – Verfahrensauswahl – Texte und Berichte Altlastensanierung 30/96, Karlsruhe 1997.

Landesumweltamt NRW: Arbeitshilfe Bodenluftsanierung, Ergebnisse einer Recherche zum Stand der Bodenluftsanierungspraxis mit Handlungsempfehlungen für die Planung und Durchführung von Bodenluftsanierungsmaßnahmen., in der Reihe: Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, MALBO Band 13, 2001.

VDMA 24169-1: Lufttechnische Anlagen; Bauliche Explosionsschutzmaßnahmen an Ventilatoren zur Förderung von brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebel enthaltener Atmosphäre, Beuth-Verlag, Köln, 1983.

51.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachfirmen sind anhand aussagefähiger Referenzen auszuwählen.

52 Fassung und Entnahme von Grundwasser / Schichtenwasser / Oberflächenwasser und andere hydraulische Maßnahmen

In diesem Leistungsbereich werden passive und aktive hydraulische Maßnahmen zusammenfassend dargestellt, um die häufig enge Verflechtung von aktiven und passiven Maßnahmen im Rahmen der Planung und Kosten-schätzung ausreichend zu berücksichtigen.

Hydraulische Maßnahmen entziehen dem Untergrund Schadstoffe in wässriger Lösung durch Entnahme von verschmutztem Grundwasser. Anschließend wird das Wasser durch eine aktive Dekontaminationsstufe (mechanische, chemisch-physikalische oder biologische Verfahren) gereinigt. Dabei ist die Auswahl des am besten geeigneten Verfahrens von der Art der Einzelstoffe, deren Eigenschaften und Konzentrationen sowie ihrer prozentualen Zusammensetzung in Stoffgemischen abhängig. Die Stoffe können in der wässrigen Phase gelöst oder teilgelöst bzw. ungelöst vorkommen. Teilgelöste / ungelöste Stoffe bilden mit Wasser aufgrund von Dichteunterschieden und verschiedenem Grenzflächenverhalten ein Mehrphasensystem. Hier wird zwischen Suspensionen und Emulsionen unterschieden.

Eine Grundwassersanierung kann in Abhängigkeit von diesen stoffbezogenen Randparametern in-situ oder ex-situ erfolgen. In-situ Verfahren beschränken sich auf das Abpumpen fluider Phasen, das Strippen der Schadstoffe (Desorption) durch Einblasen gasförmiger Trägermedien (i.d.R. Luft) oder das Einbringen von kinetischer Energie. Da die Desorption auf Wasser → Luft - Phasenübergänge abzielt, bleibt sie auf leichtflüchtige Stoffe mit einer Henry-Konstante von $KH > 0,05$ beschränkt. Bei ex-situ Sanierungen wird Wasser über Sanierungsbrunnen entnommen, gereinigt und zumeist wieder infiltriert.

Im Rahmen der aktiven hydraulischen Maßnahmen werden Leistungen erbracht und Techniken eingesetzt, mit denen die laterale und vertikale Ausbreitung des kontaminierten Grundwassers unterbunden oder die Schadensquelle entfernt wird, indem das kontaminierte Grundwasser in zwei aufeinanderfolgenden Teilleistungsblocken zunächst erschlossen und gefördert und anschließend unter Einsatz geeigneter Aufbereitungstechniken dekontaminiert wird.

Passive hydraulische Maßnahmen haben als Zielsetzung die kontrollierte Veränderung der hydrodynamischen Verhältnisse im Untergrund, um den Eintrag von Schadstoffen ins Grundwasser bzw. die Ausbreitung kontaminierten Grundwassers zu verhindern oder einzuschränken. Mit Hilfe von Entnahmebrunnen lassen sich Grundwasserabsenkungen oder alternativ unter Einsatz von Infiltrationsbrunnen Umlenkungen der Grundwasserströmung erreichen. Als weitere passive Maßnahmen ohne Behandlung werden die Fassung von Sicker- und Schichtenwasser aus Ablagerungen sowie die Oberflächenwasserfassung aus Bächen und Teichen beschrieben.

Hydraulische Maßnahmen können als Einzelmaßnahme oder in Kombination mit anderen Sanierungstechniken ausgeführt werden. Häufig kommen sie als Ergänzung zu biologischen In-situ-Sanierungen oder Einkapselungsmaßnahmen zur Anwendung.

Die Kosten für Entnahmebrunnen sind mit Hilfe des Leistungsbereiches "Grundwasserentnahme aus Horizontal-/Vertikalbrunnen" (LB 52-10-00) zu ermitteln. Anstelle der kontaminierten Fläche ist hier diejenige Fläche zu berücksichtigen, unter der eine Grundwasserabsenkung stattfinden soll. Darüber hinaus können im Rahmen passiver hydraulischer Maßnahmen Kosten für Infiltrationsmaßnahmen anfallen.

Bei der Durchführung passiver hydraulischer Maßnahmen sind negative Folgen für umliegende Schutzgüter nicht immer auszuschließen. So können beispielsweise aufgrund von Grundwasserabsenkungen Schäden des Ökosystems durch Austrocknung sowie Setzungsschäden an Gebäuden auftreten. Die Kosten für Sicherungs-

maßnahmen bzw. Instandsetzungsarbeiten infolge passiver hydraulischer Maßnahmen werden in den Leistungsregistern des LB 52-40-00 bis 52-80-00 nicht berücksichtigt.

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Literatur

ATV DIN 18301 Bohrarbeiten

ATV DIN 18302 Brunnenbauarbeiten

Bieske, E.: Bohrbrunnen, R. Oldenbourg Verlag, München - Wien, 1992

Bruckner, F.: Kritisches Resümee aus Anwendersicht zur Untergrundsanierung mittels Bodenluftabsaugung und In-Situ-Strippen. – Schriftenreihe des Lehrstuhles für Angewandte Geologie, 9: S. 331-338, Universität Karlsruhe, 1990.

Brunnenbauhandbuch Fa. Celler Brunnenbau, 2002

DIN 4023 Baugrund und Wasserbohrungen; Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse

DIN 4920 Stahlfilterrohre für Bohr- und Rammbrunnen

DIN 4924 Filtersande und Filterkiese

DIN 4925 Filter- und Vollwandrohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) für Bohrbrunnen (Teil 1 bis 3)

DVGW-AB W 111 Pumpversuch (PV)

DVGW-AB W 115 Bohrverfahren

Handbuch für Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Hydraulische und pneumatische in-situ-Verfahren, Materialien zur Altlastenbearbeitung Band 16, Hrsg.: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1995.

Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 1/2000, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2000.

Rietzler, J.: In-Situ-Strippen: Kritische Analyse an Fallstudien, in Bock, Hötzl, Nahold (Hrsg.): Untergrundsanierung mittels Bodenluftabsaugung und In-Situ-Strippen. – Schriftenreihe des Lehrstuhles für Angewandte Geologie, 9: S. 305-328, Universität Karlsruhe, 1990.

Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

52.1 Entnahme von Grundwasser aus Vertikal- / Horizontalbrunnen

52.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Zur Grundwasserentnahme wird typischerweise entweder ein Verbund von vielen kleindiametrischen Förderbrunnen oder aber wenigen, und stattdessen mit größeren Durchmessern und Förderpotentialen ausgestatteten Förderbrunnen eingerichtet. Das Grundwasser wird entweder mit Tauchpumpen, Saugpumpen oder von der Oberfläche aus arbeitenden Zentrifugalpumpen gefördert; deren Auswahl hängt im wesentlichen von der angestrebten Förderleistung und -höhe ab. Die technische Ausstattung, Brunnenanzahl, Brunnenkonfiguration, Brunnenart, Filterstrecken und letztlich die Kosten von Grundwasserentnahme- und Grundwasserabsenkungsmaßnahmen hängen maßgeblich von der Komplexität der hydrogeologischen Verhältnissen des Standortes ab. Hierzu zählen insbesondere die Tiefe des Grundwasserspiegels, Aquifer- und Aquitardmächtigkeiten, die hydraulische Leitfähigkeit des Grundwasserleiters, die Entnahme- bzw. Absenkungsflächen.

Es wird darauf hingewiesen, dass für jeden Standort eine detaillierte Betrachtung der örtlichen Verhältnisse unerlässlich ist. Die nachfolgenden Berechnungsansätze sind daher nur für eine überschlägige Datenermittlung zu verwenden. Im Regelfall ist eine Detailplanung ggf. unter Anwendung von Grundwassermodellen durchzuführen.

Die Anzahl der Sanierungsbrunnen sowie die Pumpraten, die für eine Grundwassersanierung notwendig sind, lassen sich unter idealen Verhältnissen überschlägig durch Vereinfachung und Umformung einer Gleichung nach dem Theis'schen-Verfahren zur Bestimmung der Aquiferdurchlässigkeit aus Pumpversuchen (THEIS, 1935) bestimmen. Die Umformung ergibt zwei Gleichungen zur Bestimmung des wirksamen Radius A eines Grundwassersanierungsbrunnens und der Pumprate Q für diesen Brunnen.

Die Theis'sche Gleichung kann laut US EPA (1988) folgendermaßen beschrieben werden:

$$Q = 4 \pi s k_f [b : W(u)] \quad (1)$$

mit: Q = Förderrate des Brunnens [m³/h]

s = Absenkung beim Radius r [m]

k_f = hydraulische Leitfähigkeit des Aquifers [m/s]

b = Mächtigkeit des Aquifers [m]

W(u) = Brunnengleichung nach Theis

Folgende Annäherung der Brunnengleichung kann für Werte für "u" zwischen 1E-15 bis 1 verwendet werden:

$$j = 2, 4, \dots 6$$

$$k = 3, 5, \dots 7$$

$$W(u) = -0,577216 - \ln(u) + u + j \sum (-u^j) : (j j!) + k \sum (u^k) : (k k!) \quad (2)$$

Die Variable "u" ist wie folgt definiert:

$$u(r, S, b, K, t) = r^2 [S : (4 b K t)] \quad (3)$$

r = radiale Entfernung an der eine Absenkung zu beobachten ist [m]

S = Speicherkoeffizient des Aquifers

K = Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

t = Sanierungszeit seit Förderbeginn [h]

Diese Gleichungen erlauben die Definition der folgenden Funktion:

$$Q(s, K, b, u) = 4 \pi s k_f [b : W(u)] \quad (4)$$

Der wirksame Radius " r_s " eines Förderbrunnens wird per Konvention als derjenige Radius definiert, an dem die Absenkungen größer als 1/10 der Aquifermächtigkeit ist:

$$r_s(b) = 0,1 b \quad \text{in [m]} \quad (5)$$

Der Einfachheit halber wird angenommen, dass bis zum Erreichen des Sanierungszieles die 5-fache Menge des Wasservolumens des Aquifers innerhalb des wirksamen Radius' gefördert werden muss. Des weiteren wird angenommen, dass die Porosität des Aquifers 30% beträgt. Diese Werte sind in Kenntnis der tatsächlichen Standortverhältnisse und des Schadstoffinventars anzupassen. Dann gilt:

- Porenvolumen innerhalb des bedeutsamen Radius:

$$V_s = 0,3 \pi [r_s^2] b \quad \text{in [m}^3] \quad (6)$$

- benötigte Förderrate um das Wasser innerhalb des Zeitraumes " t " 5-mal auszutauschen:

$$Q_s = 1,5 \pi [r_s^2] b/t \quad \text{in [m}^3/\text{h]} \quad (7)$$

Die Verknüpfung der Gleichungen (1), (5) und (7) ergibt:

$$W(u) = k_f b [t : (3,75 r_s^2)] \quad (8)$$

Gleichung (8) ist nur schwierig nach " r_s " oder " $W(u)$ " direkt aufzulösen, weil sie komplexe Ausdrücke beiderseits der Gleichung enthält. Gleichwohl zeigt sich, dass der Wert für " $W(u)$ " invariant für jeden festgesetzten Wert für " S " ist. Sofern für " S " also übliche Werte angesetzt werden, lassen sich obige Gleichungen anwenden, um den wirksamen Radius und die Förderleistung eines Sanierungsbrunnens zu berechnen.

Für ungespannte Grundwasserverhältnisse mit $S = 0,1$ nimmt " $W(u)$ " nach Gleichung (8) den Wert von 6,2698 ein; unter gespannten Verhältnissen mit $S = 0,00001$, beträgt dieser Wert 16,44.

Mit Hilfe der Gleichungen (9) und (10) lassen sich die je Sanierungsbrunnen wirksamen Flächen für gespannte (A_g) und ungespannte (A_u) Porengrundwasserleiter errechnen:

$$A_u(k_f, b, t) = k_f b t [\pi / 23,51] \quad \text{in [m}^2] \quad (9)$$

$$A_g(k_f, b, t) = k_f b t [\pi / 61,67] \quad \text{in [m}^2] \quad (10)$$

Die Förderraten für gespannte (Q_g) und ungespannte (Q_u) Grundwasserverhältnisse errechnen sich wie folgt:

$$Q_u(k_f, b, t) = k_f b^2 1,5 [\pi / 23,51] \quad \text{in [m}^3/\text{h]} \quad (11)$$

$$Q_g(k_f, b, t) = k_f b^2 1,5 [\pi / 61,67] \quad \text{in [m}^3/\text{h]} \quad (12)$$

52.1.2 Kostenermittlung

52.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rohrleitungen liefern und einbauen	m	
Anlagenteile (Schieber, Ventile, Entlüftungsstutzen) liefern und einbauen	Stck.	

Die Kosten der Grundwasserentnahme setzen sich zusammen aus den Investitionskosten für die Lieferung und Einrichtung der Anlage zuzüglich den Betriebskosten während der laufenden Förderaktivitäten.

Die Investitionskosten umfassen insbesondere Leistungen im Rahmen der Lieferung, Ausführung und Montage. Dazu zählen Bohrarbeiten, Verfilterung, Verkleidung, Bodenbeprobung (Aquifertests), Einrichten des Pegelkopfes, sowie das Verlegen von Fundamentplatten, Verbindungs- / Passstücken, Wasseruhren und Druckrohrleitungen. Die Betriebskosten umfassen insbesondere die Überwachung der laufenden Anlage mit Arbeitslöhnen, Probennahme, Analytik, Betriebsmittel und Energie.

LEISTUNGSBEREICH 52-10-00 *		ENTNAHME VON GRUNDWASSER *			
ANZAHL SANIERUNGSBRUNNEN					
Durchlässigkeitsbeiwert k _f [m/s]	gewünschte Sanierungsdauer	kontaminierte Fläche AK [m²]	Brunnenanzahl Fördermenge		
> 10 ⁻⁴	min. 3 Monate bis max. 30 Jahre	Standortspezifisch	zu errechnen aus den Formeln (11) /(12)		
10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶					
< 10 ⁻⁶					
INVESTITIONSKOSTEN BRUNNEN					
GW-Spiegel [m unter GOK]	Brunnentiefe t [m]	Investitionskostenansatz		Zuschlag Baustelle	
		Brunnen IKB [€/m]	Pumpe IKP [€]	pauschal Z[€]	
0 – 10	10 + Aquifermächtigkeit	560,00	5.100,00	10.200,00	
11 – 20	20 + Aquifermächtigkeit	665,00			
π > 20	30 + Aquifermächtigkeit	770,00			
BETRIEBSKOSTEN BRUNNEN					
Energiebedarf Anlage			Betriebskostenansatz		
Pumpenleistung	P [kW]		Energie BKE [€/kW]	Wartung BKW [€/Woche]	
≤ 5 m³ / h	1 - 4	3	0,15	1-5 Brunnen	256,00 *
> 5 m³ / h	5 - 12	8		> 5 Brunnen	180,00 *
Kosten LB 52-10-00 = Z[€] + [erforderl. Brunnenzahl] x {(t[m] x IKB[€/m] + IKP[€] + Entnahmedauer [h] x (P[kW] x BKE [€/kWh] + BKW[€/Woche] / 168 [h/Woche]))} = _____ €					

* Daten aus LB 1997 / 1998

Weitere Informationen können den Leistungsbereichen Brunnenbau (LB 24), Wasserhaltung (LB 25) und Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser (LB 53) entnommen werden.

52.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 27-00-00	Direkt-, Indirekteinleitung, Versickerung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 54-00-00	Dränarbeiten
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren in situ
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 70-00-00 bis 73-00-00	Abdeckung, Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**52 10 00 Entnahme von Grundwasser aus
 Vertikal- / Horizontalbrunnen**

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
52 11 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten und Unterhalten der maßnahmen-spezifischen Baustelleneinrichtung	psch.			6.628,90 *	
02	Räumen und Rückbau Baustelleneinrichtung	psch.			6.521,02 *	
52 12 00	Rohrleitungsbau					
01	PEHD Rohr DN 32 nach DIN 8074/75 hart, PN 10, mit allen Verbindungsstücken, Formstücken und Schiebern liefern und verlegen	m	4,45	25,36	13,25	6
02	PEHD-Rohre DN 65, PN 10 liefern und im Rohrgraben verlegen, Tiefe 1,3 m u.GOK	m	6,90	6,90	6,90	2
03	PEHD-Rohre DN 100, PN 10 liefern	m	11,04	14,06	12,55	2
04	PEHD-Rohrwasserleitung DN 65, PN 10 liefern und oberirdisch verlegen, alle 10 m mit verzinkter Eisenkrampe an der Oberfläche gegen Verrutschen fest fixieren	m	9,28	9,28	9,28	1
05	PEHD-Rohranbindung DN 100, PN 10; Anschluss von verlegten PEHD-Rohrleitung, DN 100, PN 10 in der erforderlichen Tiefe, Anbin-dung einschl. Lieferung aller erforderlichen Rohrformteile und Materialien	Stck.	966,34	966,34	966,34	1
06	Unterschneiden einer Straße mit einer HDPE Leitung DN 50 incl. aller Arbeiten	m			86,41 *	
07	HDPE Steigrohr liefern und einbauen	m			25,57 *	
08	Bogen für HDPE-Leitung incl. Schrauben und Dichtungen liefern und einbauen	Stck.			388,58 *	
09	KG-Leitung DN 125 liefern und betriebsbereit anschließen, inkl. Pass-, Übergangsstücke, Bögen und Abdichten der Steckmuffen durch Rohlinge	m	9,71	37,51	23,02	6
10	Edelstahlrohre DN 50 liefern und betriebsfertig verlegen, Anschluss an Steig- bzw. Fallrohrlei-tung bis an die erdverlegten PEHD Leitung DN 50, inkl. Verbindungen, Länge 2,60m	Stck.	726,04	726,04	726,04	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 10 00 Entnahme von Grundwasser aus Vertikal- / Horizontalbrunnen

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	11	Zu- und Ablaufleitungen DN 50 nach DIN 2458 über Flur verlegen und befestigen	m			47,55 *	
	12	Zu- und Ablaufleitungen DN 50 unter Flur verlegen	m			89,48 *	
	13	Stahlbau- Rohrbrücke, Lieferung und Montage einer Stahlbau-Konstruktion zur Überführung der Roh-/Infiltrationswasserleitung (PE-HD, DN 65, PN 10) über eine Straße (b = 6,00m) in mind. 4,00m Höhe, ortsfeste Montage und Gründung, einschl. Statik. Material: verzinkter Stahl	Stck.	3.865,37	3.865,37	3.865,37	1
52	13	00 Anlagenteile					
	01	Kugelventil, freier Durchgang, R 2", Edelstahl, Ventil einschließlich Storz-C-Kupplung liefern und komplett betriebsfertig montieren	Stck.	38,30	38,30	38,30	1
	02	Kugelventil, freier Durchgang, R 1/2", Edelstahl, Ventil komplett mit Außentülle R 1/2" (Rohr 8mm aus Edelstahl), liefern und mit Fittings aus Edelstahl betriebsfertig montieren.	Stck.	38,30	38,30	38,30	1
	03	Kugelhahn DN 65	Stck.	50,00	50,00	50,00	1
	04	Flachschieber nach DIN 3352 Teil 4 A und B, Baulänge nach EN 558-1, Grundreihe 14/15, aus Gusseisen mit Kugelgraphit GGG-40, innenliegendes Spindelgewinde, Nennweite DN 65 (PN 16)					
		Lieferung	Stck.	441,76	441,76	441,76	1
		Einbau	Stck.	496,98	496,98	496,98	1
	05	Entlüftungsstutzen (DVGW-Zulassung), in den Hochpunkten der Roh- und Reinwasserleitung					
		Lieferung	Stck.	165,66	165,66	165,66	1
		Einbau	Stck.	110,44	110,44	110,44	1
	06	Be- und Entlüfter 3/4", automatisch, komplett aus CrNiMo-Stahl, liefern und betriebsfertig verlegen	Stck.	159,78	159,78	159,78	1
52	14	00 Sonstige Leistungen					
	01	Einleitbauwerk aus Naturstein herstellen an der Böschung eines Vorfluters (d ca. 20 cm) in ein Mörtelbett (b ca. 1 m, L ca. 1 m, Tiefe ca. 20 cm)	Stck.	1.656,59	1.656,59	1.656,59	1
	02	Herstellung eines Entleerungsschachtes	Stck.			1.359,53 *	
	03	Suchschlitze zur Ermittlung von Kabelkreuzen	m²			69,02 *	
	04	Katzbahnträger, als I-Träger mit Träger, Stützen, Fußplatten in feuerverzinkter Ausführung für das Ziehen der U-Pumpe sowie der Einleitvorrichtung, Abmessung H / B ca. 2 / 1 m	Stck.	858,75	858,75	858,75	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

52.2 Einblasen von Luft / Dampf in den Grundwasserleiter (air-sparging)

52.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Air-Sparging bezeichnet die Injektion von atmosphärischer Luft in den Grundwasserleiter. Die Luftinjektion in den Aquifer führt zur Ausbildung eines kegelförmigen Bereiches von fein-verästelten Kanälen, durch die die Luft in die ungesättigte Bodenzone strömt. Dadurch werden leichtflüchtige Schadstoffe aus dem Aquifer in den ungesättigten Bodenbereich ausgetrieben.

Der sogenannte „Sparging-Punkt“, d.h. der Punkt, an dem die Druckluft eingeblasen wird, muss vorzugsweise im unteren Aquiferbereich installiert werden, um mit der erzeugten Vertikalströmung die Schadstoffe austreiben zu können. Die dann in der Bodenluft vorhandenen Schadstoffe werden abgesaugt und on-site gereinigt. Die Behandlung der Bodenluft wird im LB 51-00-00 „Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft“ beschrieben und kostenmäßig erfasst.

Um eine hohe Austragsrate zu ermöglichen, ist die Ausbildung eines weitverzweigten „Kanalsystems“ und die Ausformung eines Einflusskegels mit großem Öffnungswinkel anzustreben. Dies kann durch die Wahl des optimalen Injektionsdruckes und / oder durch eine gepulste Luftinjektion erreicht werden.

Eine gezielte Steuerung der gesamten Anlage ist Voraussetzung für einen optimalen Schadstoffaustrag. Wird Druckluft in einem bestimmten Bereich in das Grundwasser eingeblasen, so wird zeitgleich genau der darüber liegende ungesättigte Bodenbereich abgesaugt.

Air-Sparging wird vorrangig zur Entfernung leichtflüchtiger Schadstoffe wie z. B. BTEX, LCKW eingesetzt. Durch Einblasen von Luft in den Aquifer erfolgt neben der beabsichtigten Ausstrippung der leichtflüchtigen Schadstoffe in die ungesättigte Bodenzone auch im Grundwasser eine Sauerstoffanreicherung, die zu einer Förderung des mikrobiellen Abbaus schwerflüchtiger Verbindungen führt. Mit Hilfe der eingeblasenen Druckluft können Nährstoffe und Elektronenakzeptoren wie z. B. Nitrat im Grundwasser verteilt werden, um einen mikrobiellen Abbau der Schadstoffe zu induzieren (Biosparging).

Zur Auslegung des Air-Sparging ist in der Regel ein Pilotversuch durchzuführen. Dazu ist zumeist die Installation eines Sparging-Pegels ausreichend. In regelmäßigen Abständen vom Sparging-Pegel sind Beobachtungspiegel zu installieren, die in der ungesättigten und in der gesättigten Bodenzone verfiltert sind. In den Beobachtungspiegeln wird die Änderung des Grundwasserniveaus, die Sauerstoffanreicherung im Grundwasser und der Anstieg der Schadstoffkonzentration in der Bodenluft gemessen. Aus den Messergebnissen kann dann die Größe des Einflusskegels abgeleitet werden.

Als Voraussetzung für die Anwendung von Air-Sparging sollte ein homogener Aquifer mit Durchlässigkeiten von $k_f > 10^{-4}$ m/s vorhanden sein. Geringere Durchlässigkeiten können zu einer eingeschränkten Anwendbarkeit führen. Bei geringmächtigen Aquiferen kann der Einflusskegel um einen Sparging-Pegel klein werden. Um die gewünschte Austragsrate zu erzielen, ist dann die Anzahl der Sparging-Pegel zu erhöhen. Dagegen erfordern tiefliegende Kontaminationen sehr hohe Drücke und damit eine leistungsfähige und vergleichsweise teure Anlagentechnik. Bei hohen Gehalten von gelöstem Eisen im Grundwasser kann es zu einer Verblockung des Aquifers kommen.

52.2.2 Kostenermittlung

Die nachfolgenden Angaben zur Kostenermittlung beziehen sich auf die Kapitel 52.2 und 52.3.

52.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Brunnen anliefern, installieren	Stck.	m
Mietpreis für GW-Zirkulationsbrunnen	Mt	a
Beobachtungspegel liefern und einbauen	Stck.	
Rohrleitungen (Filter-/Vollrohre) liefern und verlegen	m	

52.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 27-00-00	Direkt-, Indirekteinleitung, Versickerung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 51-00-00	Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft
LB 54-00-00	Dränarbeiten
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren in situ
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 70-00-00 bis 73-00-00	Abdeckung, Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 20 00 Einblasen von Luft / Dampf in den GW-Leiter

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
52 21 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Antransport, Vorhalten und Unterhalt der maßnahmespezifischen Geräte und Einrichtungen	psch.			3.834,69 *	
02	Demontage der Sanierungseinrichtung	psch.			2.556,46 *	
52 22 00	Investitionskosten					
01	Einbau eines Brunnens, DN 400 bis 5 m Teufe, DN 190 bis 10 m Teufe einschl. geschlitzte und ungeschlitzte Brunnenrohre, Kies und Tonabdichtung	Stck.			5.368,57 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 20 00 Einblasen von Luft / Dampf in den GW-Leiter

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
	02	Antransport, Montage und Vorhalten von Gerätecontainer mit Belüftungseinheit für Belüftungsbrunnen, 3 Aktivkohlefilter (70 kg)	psch.	#	#	#	0
	03	Antransport und Vorhalten eines Grundwasser-Zirkulationsbrunnens (GZB) mit Absaugeinheit und Kiesfilter, Mietpreis	Mt			903,20 *	
	04	Vorbereitung, Antransport und Vorhalten des Grundwasser-Zirkulationsbrunnens (UVB 300-200) mit Absaugeinheit und Kiesfilter Mietdauer: 2 Jahre	Stck.			26.331,53 *	
	05	Anlieferung und Montage der unter Pos. 52-22-04 beschriebenen Anlage	Stck.			4.345,98 *	
	06	Verlegen oder Einziehen in Leerrohre der Versorgungsschläuche von Belüftungsbrunnen und Grundwasser-Zirkulationsbrunnens zur Absaugeinheit Mietpreis: 1.-12. Monat 13.-24. Monat	m			17,90 * 613,55 * 306,78 *	
	07	Lieferung und Einbau von IEG-Sorptionsfilter DN 600	Stck.			2.658,72 *	
	08	Lieferung und Einbau von Stahlfilterrohren DN 600	m			347,68 *	
	09	Lieferung und Einbau von Sumpfrohren	Stck.			393,70 *	
	10	Lieferung und Einbau von Quarzfilterkies mit Sandgegenfilter	m			58,80 *	
	11	Lieferung und Einbau von Tonabdichtungen	m			250,53 *	
	12	Lieferung und Einbau von Beobachtungspegeln in den Ringraum zwischen Bohrlochwand und Filterstrecke DN 50 Vollrohr Filterrohr	m			17,90 * x 1,0 * x 1,4 *	
52	23	00 Betriebskosten					
	01	Inbetriebnahme und Einmessen der GZB-Anlage (UVB 300-200)	psch.			1.942,91 *	
	02	Wartung der GZB-Anlage (UVB 300-200) 1/4-jährlich, inkl. ggf. Entockerung des Brunnens	Stck.			1.073,71 *	
# keine Kostendaten vorhanden							
* Daten aus LB 1997 / 1998							

52.3 Grundwasserzirkulationsbrunnen

52.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Einsatzbereich von Grundwasserzirkulationsbrunnen (GZB) liegt überwiegend in der Sanierung von Grundwasserverunreinigungen mit leichtflüchtigen Schadstoffen (z. B. LHKW). Zur Anwendung kommt der GZB bei Grundwasserverunreinigungen, die eine nur langsam abströmende Schadstofffahne aufweisen sowie bei homogenen Untergrundverhältnissen. Der GZB wird im Schadenszentrum platziert.

Als Grundwasserzirkulationsbrunnen werden zwei tiefenmäßig versetzt an einer Stelle angeordnete Brunnen (1 Entnahmebrunnen, 1 Infiltrationsbrunnen) bezeichnet. Durch diesen speziellen Brunnenaufbau erfolgt die Zu- und Abströmung kontaminierten Grundwassers und der Abstrom des gereinigten Abwassers in unterschiedlichen Horizonten der gesättigten Zone. Die Anlagenkonzeption sieht eine Luftzuführung im unteren Grundwasserbereich vor, die einerseits eine vertikale Wasserströmung erzeugt, andererseits ein Ausstrippen der leichtflüchtigen Schadstoffe aus dem transportierten Wasser bewirkt. Das gereinigte Wasser tritt in das obere Mantelrohr über und fließt in den Grundwasserleiter zurück. Die mit den ausgetriebenen Schadstoffen belastete Luft wird abgesaugt und on-site behandelt. Liegt die Kontamination in unterschiedliche Grundwasserstockwerken vor, so sind separate Zirkulationsströmungen für jedes Stockwerk erforderlich.

Im Vergleich zum klassischen Brunnen erfolgt bei der Sanierung mittels Grundwasserzirkulationsbrunnen keine Grundwasserentnahme und keine Grundwasserabsenkung. Es wird nur das im Schadensgebiet vorhandene Prozesswasser im Kreislauf geführt.

Unter dem Begriff Grundwasserzirkulationsbrunnen werden unterschiedliche Systeme zusammengefasst. Verfahrenstechnische Unterschiede liegen hauptsächlich in der Erzeugung der Luftströmung.

Bei einem Unterdruck-Verdampfer-Brunnen (UVB) erfolgt im Brunnen eine passive Luftzufuhr durch Anlegen eines Unterdruckes.

Beim HA-Verfahren wird die Luftströmung nicht durch Anlegen eines Unterdruckes sondern durch Zufuhr von Druckluft unterhalb des Brunnenwasserspiegels erzeugt.

Der Einsatzbereich der Koaxialen Grundwasserbelüftung (KGB) liegt in der Sanierung von Schicht- bzw. Grundwasserverunreinigungen in Kombination mit einer Bodenluftabsaugung. Durch das Einleiten von atmosphärischer Luft in den Aquifer mittels Luftverteiler entsteht ein gezielter, nach oben gerichteter Blasenstrom, der eine aufsteigende Grundwasserströmung in der kiesverfilterten Bohrung bewirkt. Mittels der im ungesättigten Bereich parallel stattfindenden Bodenluftabsaugung wird die mit den ausgestripten Schadstoffen beladene Luft abgesaugt und on-site gereinigt.

Kostenmäßig erfasst wird dieser Leistungsbereich im LB 52-20-00 "Einblasen von Luft in den Grundwasserleiter". Die Behandlung der abzusaugenden Luft wird im LB 51-00-00 "Behandlung von Bodenluft, Deponiegas, Abluft" kalkuliert.

52.3.2 Kostenermittlung

s. Kapitel 52.2.2

und die Art der erforderlichen Abpumpanlage, welche sich wiederum durch die Schadstoffdichte, d.h. die Lage der Schadstoffe im Grundwasser (auf der GW-Oberfläche oder auf der Sohle des Grundwasserleiters), ergibt. Die Investitionskosten beziehen sich auf den Einsatz einer Anlage einschließlich Antransport, Aufstellen und Betrieb von Abwassertanks. Der Betriebskostenansatz umfasst den jährlichen Aufwand für Energie und Wartung (Personal und Material). Die Entnahmedauer muss vorgegeben werden.

LEISTUNGSBEREICH 52-40-00 *		ABPUMPEN VON SCHADSTOFFEN IN PHASE *	
KOSTENANSATZ			
Betriebsgröße	Schadstoffdichte ρ [t/m³]	Investitionskostenansatz IK[€]	Betriebskostenansatz (Energie + Wartung) BK [€/a]
handwerklicher Betrieb	< 1	15.350,00	6.150,00
	> 1	23.000,00	
mittelständischer industrieller Betrieb	< 1	25.600,00	12.800,00
	> 1	43.500,00	
Kosten LB 52-40-00 = IK[€] + Entnahmedauer [a] x BK[€/a] = _____ €			

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

52.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 27-00-00	Direkt-, Indirekteinleitung, Versickerung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 54-00-00	Dränarbeiten
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren in situ
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 70-00-00 bis 73-00-00	Abdeckung, Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 40 00 Abpumpen von Schadstoffen in Phasen

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
52	41	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Antransport, Vorhalten und Unterhalt der maßnahmespezifischen Geräte und Einrichtungen	psch.	76,69	974,59	92,49	7
			System zur automatischen Phasenabschöpfung		664,68	974,59	x 8,0	
			System zur manuellen Phasenabschöpfung		76,69	108,29	x 1,0	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 40 00 Abpumpen von Schadstoffen in Phasen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	02	Demontage der Sanierungseinrichtung		#	#	#	0
52	42	00 Phasenentfernung					
	01	Phasenmessgerät bereitstellen und vorhalten	Mt	30,00	30,00	30,00	1
	02	Phasenabschöpfungssystem (passiv) einbauen, vorhalten und betreiben, einschl. wöchentliche Kontrolle und Leerung	Mt	40,00	40,00	40,00	2
	03	Phasenpumpe (Druckluftpumpe), einschl. Schwimmer und Saugleitung, Ölsammelbehälter ca. 1 m³, liefern, installieren, rückbauen, Fördermenge 0,045-0,8 m³/h, Druck 3-8 bar, max. Niveaunachführung 5 m	Stck.	1.786,29	35.700,00	8.062,76	7
	04	Aktiven Ölsammlers liefern und installieren	Stck.	749,16	2.788,87	1.627,96	5
	05	Ölabsaug- und -fördersystem; Durchsatz bis 100 l/h; druckluftbetriebene Membranpumpe inkl. systemgebundenem Zubehör					
		liefern, installieren, abbauen und abtransportieren	Stck.	944,87	6.293,49	2.561,04	5
		vorhalten und betreiben einschl. Störungsbeseitigung, Reparatur	h	0,28	2,17	0,96	5
	06	Bandskimmanlage für Brunnendurchmesser 500 mm liefern, installieren und vorhalten	Stck.	690,12	5.060,88	2.242,38	4
	07	Ölphase mittels Saugpumpe entfernen	t	614,00	859,00	736,50	2
	08	Öl absaugen / schöpfen	h	13,59	55,78	41,87	5
	09	Schlürfpumpe anliefern, installieren und vorhalten	Wo.			812,95 *	
	10	Scavengerpumpe anliefern, installieren und vorhalten	Wo.			1.682,15 *	
52	43	00 Anlagenteile					
	01	Sammeltank anliefern, anschließen und vorhalten, zur Aufnahme der abgepumpten Phase, einschl. Füllstandsüberwachung	Stck.	#	#	#	0
	02	Skimmerband von Bandskimmanlage auswechseln	psch.	194,26	869,04	419,19	4
	03	Unterwassermotorpumpe für GW-Förderung aus Ölabsaugbrunnen; Durchsatz bis 1,8 m³/h; inkl. Zubehör, Kabel und Steigleitung					
		liefern, installieren, abbauen und abtransportieren	Stck.	253,09	3.041,19	1.483,55	10
		vorhalten und betreiben einschl. Störungsbeseitigung, Reparatur und Stromgebühren	h	0,06	0,49	0,27	5
52	44	00 Elektronische Mess-, Steuer- und Regeltechnik (EMSR)					
	01	Kabel für hohe mechanische Beanspruchung (Sanierungsanlage - Ölabsaugbrunnen)					
		liefern, im Schutzrohr verlegen, anschließen, abbauen	Stck.	210,24	1.053,26	699,57	5
		vorhalten und betreiben	mWo	0,03	1,53	0,65	5
	02	Druckschlauch PN 10 ölbeständig zur Förderung von Leichtflüssigkeiten und Öl- / Wassergemischen					
		liefern, im Schutzrohr verlegen, anschließen, abbauen	Stck.	516,33	1.037,92	782,26	5
		vorhalten und betreiben	mWo	0,06	0,77	0,37	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 40 00 Abpumpen von Schadstoffen in Phasen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Steuerkabel für Elektrodensteuerung im Ölabsaugbrunnen					
	liefern, im Schutzrohr verlegen, anschließen, abbauen	Stck.	132,94	1.053,26	560,50	5
	im Schutzrohr verlegen, vorhalten und betreiben	mWo	0,03	0,82	0,37	5
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

52.5 Umlenkung des Grundwasserstroms

52.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Eine Umlenkung des Grundwasserstromes kann erforderlich werden, um z. B. eine Schadstoffahne vom Einzugsgebiet eines Trinkwasserbrunnens fernzuhalten. Da die Kontamination im Aquifer verbleibt, stellt die Umlenkung keine Sanierung dar. Die Schadstoffausbreitung kann durch hydraulische Schranken, wie Infiltration oder Versickerungsgräben, beeinflusst werden. Ebenso ist die Grundwasserentnahme an anderer Stelle denkbar, um die GW-Fließrichtung zu verändern.

Die Absenkung des Grundwasserspiegels zur Vermeidung einer Durchströmung des kontaminierten Bereichs kann durch die Einrichtung von Dränggräben erreicht werden. Die Dränggräben werden einseitig mit Kunststoffbahnen, mineralischem Material oder durch Spundbohlen abgedichtet. In den Gräben werden horizontal Drainagerohre verlegt, die das kontaminierte Grundwasser seitlich abführen. Die Gräben werden abschnittsweise mit filterstabilem Sand verfüllt.

Bei der Umlenkung des Grundwasserstroms durch Infiltration kommen Versickerungsgräben und -mulden, Sickerschächte sowie Kombinationen der genannten Systeme zum Einsatz.

Für die Umlenkung des Grundwasserstroms ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich.

Die Kosten für Infiltrationsmaßnahmen setzen sich aus der Erstellung der Versickerungsbrunnen und der Versickerung von Wasser mit hoher Qualität zusammen. Die Genehmigung der Infiltrationsmaßnahme wird vorausgesetzt.

Die Kosten für die Umlenkung des Grundwasserstroms durch Wasserentnahme an anderer Stelle können über den LB 24-00-00 "Brunnenbau" und den LB 52-10-00 "Grundwasserentnahme aus Vertikalbrunnen" kalkuliert werden.

52.5.2 Kostenermittlung

52.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Sickerbrunnen herstellen	Stck.	m
Infiltration von Wasser	Mt	
Dichtung erstellen (einseitig für Versickerungsgräben)	m ²	
Dränagerohre liefern und einbauen	m	
Filtersand liefern und einbauen	t	m ³

52.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 27-00-00	Direkt-, Indirekteinleitung, Versickerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 54-00-00	Dränarbeiten
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren in situ
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 70-00-00 bis 73-00-00	Abdeckung, Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
52 50 00 Umlenkung des Grundwasserstroms

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
52 51 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten, Vorhalten und Räumen der maßnahmenspezifischen Baustelleneinrichtung für:	psch.	#	#	#	0
	Infiltration		#	#	x #	
	Versickerungsgräben		#	#	x #	
	GW-Entnahme		#	#	x #	
52 52 00	Umlenkung durch Infiltration					
01	Sickerbrunnen herstellen, einschl. Filterkies-schüttung; Brunnentiefe bis 15 m; Bohrdurchmesser 1000 mm; Ausbaudurchmesser DN 400	Stck.			4.411,43 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 50 00 Umlenkung des Grundwasserstroms

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	02	Sickerschacht aus Betonfertigteilen Ausbau- durchmesser DN 800-1000 mit dreistufigem Kiesfilter (8/16, 4/8, 2/4) lichte Schachttiefe t: bis 2,0 m bis 3,0 m bis 4,0 m bis 5,0 m Rohrdurchmesser: DN 1000 DN 1200	Stck.			997,02 * x 1,0 * x 1,3 * x 1,8 * x 2,3 * x 1,0 * x 1,3 *	
	03	Infiltration von Wasser mit Trinkwasserqualität Infiltrationsrate: < 5 m³/h 5-15 m³/h 15-30 m³/h	Mt	# # #	# # #	# x # x 1,0 * x #	0
52 53	00	Umlenkung durch Versickerungsgräben					
	01	Erstellen der einseitigen Dichtung Dichtungsmaterial: Spundwand Mineralische Dichtung Kunststoffbahn HDPE Tiefe: < 7,5 m 7,5 - 10 m > 10 m	m²			92,03 * x 1,0 * # # x 1,0 * x 0,9 * x 0,8 *	
	02	Drainagerohre liefern und einbauen als Hori- zontaldrainage in Lagen ohne Gefälle, DN 300, Einrechnung von Einbauhindernissen durch Gurtungen und Steifen der Spundwand Einbau: über Wasser unter Wasser	m			34,77 * x 1,0 * x 2,3 *	
	03	Lagekontrolle der Drainage für die unter Was- ser zu verlegenden Rohre	psch.			894,76 *	
	04	Filtersand liefern und einbauen, Einrechnung von Einbauhindernissen durch Gurtungen und Steifen der Spundwand Einbau: über Wasser unter Wasser (Kontraktorverfahren)	t			19,69 * x 1,0 * x 1,3 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 27-00-00	Direkt-, Indirekteinleitung, Versickerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser
LB 54-00-00	Dränarbeiten
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren in situ
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 70-00-00 bis 73-00-00	Abdeckung, Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 60 00 Absenkung des Grundwasserspiegels

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
52 61 00	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten, Vorhalten und Räumen der maßnahmenspezifischen Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
52 62 00	Bau von Absenkungsbrunnen					
01	Grundwasserabsenkung durch Brunnen mit Unterwassermotorpumpe herstellen und rückbauen, einschließlich Wassermengenmesseinrichtung und Ableitung zur GW-Reinigungsanlage	psch.			1.509,31 *	
02	Wasserentnahmebrunnen liefern und herstellen im Zentrum einer Einkapselung, Bohrung im Trockenbohrverfahren, Bohrdurchmesser 300 mm, Ausbau der Bohrung mit HDPE-Rohren DN 150 und Peilrohr DN 50 komplett einschl. aller Materialien und Nebenarbeiten Tiefe: 3 - 6 m 25 - 30 m	Stck.	1.136,45 3.340,71	6.548,08 6.548,08	1.326,71 x 3,3	14
03	Wasserpegel liefern und beidseitig der Dichtwand einbauen, Bohrung im Trockenbohrverfahren, Bohrdurchmesser 200 mm, Ausbau der Bohrung mit HDPE-Rohren DN 100 komplett einschl. aller Materialien, Nebenarbeiten und Einmessung, Kennzeichnung, Sicherung Tiefe: 3 - 6 m 25 - 30 m	Stck.	670,69 2.266,80	4.858,25 4.858,25	1.115,49 x 3,2	14
04	Verschleißbare Pegelkappe für Unterflurausbau liefern und einbauen; Abschluss der Messstelle in geländegleicher Ausführung bestehend aus Straßenkappe nach DIN 3583 und Umpflasterung 1x1 m	Stck.	327,97	536,86	395,61	7
05	Verschleißbare Pegelkappe für Unterflurausbau liefern und einbauen; Abschluss der Messstelle in geländegleicher Ausführung bestehend aus Straßenkappe nach DIN 3583 und wasserdichtem Anschluss	Stck.	399,16	740,92	486,88	7
06	Abschluss der Messstelle überflur: Schutzrohr (Stahl; DN 100) liefern und montieren einschl. Verschlusskappe für den Einbau der Wasserstandsmessgeräte	Stck.	160,17	408,10	229,28	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 60 00 Absenkung des Grundwasserspiegels

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl	
				min	max	mittel		
52	63	00	EMSR, Anlagenteile, Leitungen					
		01	GW-Absenkungspumpe anliefern, montieren, rückbauen	Stck.		434,60 *		
		02	Unterwasserpumpe betriebsbereit aufbauen, umsetzen, abbauen Fördermenge 5-12 m³/h, Förderhöhe bis 8 m	Stck.	255,64	2.454,20	1.010,98	16
		03	Unterwasserpumpe für GW-Messstellen ein- und ausbauen, Fördermenge 0,5-1 m³/h, Förderhöhe 6 m	Stck.	190,00	1.132,75	493,25	6
		04	Unterwasserpumpe mehrstufig für Entnahmebrunnen liefern und einbauen; Fördermenge bis 3 m³/h; Förderhöhe bis 30 m, mit Ansaugspirale, eingebautem Rückschlagventil und angeflanschem Nassläufer-Unterwassermotor	Stck.	686,45	1.624,83	980,26	7
		05	Durchflusszähler in den Förderleitungen am Brunnen und als Kontrollmessung am Sammelbehälter liefern und einbauen, DN 50 PN 16; magnetisch-induziert (MID), Messbereich 0-10 m³/h; Auskleidung PTFE; mit Alarmfunktion	Stck.	914,37	2.321,45	1.496,45	7
		06	Kontinuierlich messendes Druckmessgerät in den Förderleitungen vom Brunnen zum Sammelbehälter liefern und einbauen, mit Druckaufnehmer für Absolut-Druck; Einschraubgewinde 1/2"; Messbereich 0-3 bar; Gehäuse Schutzart IP66	Stck.	371,61	1.291,38	941,42	7
		07	Kontinuierlich messendes Füllstandsmessgerät für Sammelbehälter liefern und einbauen (Kapazitiver Füllstandsmessaufnehmer; Kompaktausführung; Sondenlänge 2000 mm; PTFE-Beschichtung)	Stck.	286,95	6.406,59	1.641,58	7
		08	Kontinuierlich messendes Füllstandsmessgerät für Brunnen und Überwachungspegel liefern und einbauen (Hydrostatischer Füllstandsmessaufnehmer mit 25 m Tragkabel; Messbereich 0-3 bar; Gehäuse Schutzart IP66)	Stck.	996,62	1.176,97	1.074,92	7
		09	Oberirdischen Sammelbehälter 20 m³ liefern und aufstellen, einwandig, drucklos betrieben, nach DIN 6616; einschl. 2 Zuläufen DN 50 und 1 Ablauf DN 80 mit Standard-Kupplung für Saugwagen, inkl. Erdarbeiten und Fundamente	Stck.	3.756,43	24.199,20	11.503,91	7
		10	Überfüllsicherung für den Sammelbehälter liefern und einbauen (Füllstandsensor für Grenzstanddetektion)	Stck.	213,56	1.015,14	389,54	7
		11	Schutzschacht DN 1500 aus PE-EL, begehrbar, mit Sicherheitssteigeisen, Schachthöhe 2,20 m, einschl. aller erforderlichen Einrichtungen, Leitungen für den Entnahmebrunnen liefern und auf Sauberkeitsschicht B15 (d= 10cm) einbauen, inkl. aller Nebenarbeiten	Stck.	3.547,74	12.571,08	8.762,71	14
		12	Steuercontainer Typ SIKO-E/B-20 o. glw. liefern, aufstellen und anschließen, Rauminhalt 38 m³; mit gesonderter Einbruchsicherung und wasserdichter Kabeldurchführung; mit Beleuchtung, Heizung, Büroausstattung	Stck.	5.037,03	13.152,98	9.953,39	7
		13	Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) liefern und montieren, als Ein- und Ausgabesystem für analoge und digitale MSR-Signale; Regulierung der Entnahmebrunnen und Verarbeitung sämtlicher Messdaten aus Füllstandsmessgeräten	Stck.	2.177,18	8.587,79	6.866,61	7
		14	HDPE-Rohr da 63 PN 6 einschl. Formteilen liefern und verlegen, zur Ableitung des Förderwassers aus dem Brunnen im Randgraben, einschl. Anschluss an die Entnahmeschächte und Durchdringung Steigschacht	m	15,06	26,88	22,77	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 60 00 Absenkung des Grundwasserspiegels

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
52	64	00	Betrieb der GW-Absenkung					
		01	Vorhalten, Warten und Betreiben der Grundwasserabsenkung, Förderleistung 5,5-10 m³/h	d			102,26 *	
		02	Betrieb der GW-Absenkungsanlage	d			429,49 *	
		03	Sammelleitung auf- und abbauen	m			1,27 *	
		04	Abflussleitung auf- und abbauen	m			0,92 *	
		05	Vorhalten der Sammelrohrleitung	d			0,61 *	
		06	Vorhalten der Abflussleitung	d			0,51 *	
# keine Kostendaten vorhanden								
* Daten aus LB 1997 / 1998								

52.7 Ableitung von Schichten- und Sickerwasser

52.7.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die nachträgliche Fassung und Ableitung von Sicker- bzw. Schichtenwasser wird üblicherweise mit Hilfe von Drainagen oder Vertikalbrunnen durchgeführt. Der Sickerwasseranfall beträgt bei Ablagerungen mit Oberflächenabdichtung je nach Ausführung 0,1 - 3 m³/ha/d während bei nicht abgedeckten Flächen mit etwa 5 m³/ha/d gerechnet wird. Als Nachsorgezeitraum wird mit einer Zeitspanne von 30 Jahren bis zur voraussichtlich erforderlichen Erneuerung der Sanierungsmaßnahme gerechnet.

Die detaillierte Kostenkalkulation für die Erstellung und den Betrieb der Fassungsanlagen kann anhand der Leistungsregister der LB 24-00-00 "Brunnenbau und Aufschlussbohrungen", LB 54-00-00 "Dränarbeiten" und LB 52-10-00 "Wasserentnahme aus Vertikal- / Horizontalbrunnen" vorgenommen werden. Zusätzliche Kosten sind für den erhöhten Aufwand beim Arbeitsschutz zu veranschlagen, wenn die Arbeiten im Deponiekörper ausgeführt werden (s. LB 22-00-00). Insbesondere sind dann der Einsatz von ex-geschützten Maschinen und Geräten sowie geeignete Bewetterungs- bzw. Atemschutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Zudem kann ein erhöhter Wartungsaufwand infolge von Brunnenverstopfungen erforderlich werden. Durch einen Zuschlag von 100 % auf die anhand der genannten Leistungsbereiche ermittelten Kosten können die Mehraufwendungen beim Bau und Betrieb von Fassungsanlagen für Schichten- bzw. Sickerwasser berücksichtigt werden.

Die Behandlung des gefassten Wassers kann anhand des Leistungsregisters im LB 53-00-00 "Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser" kalkuliert werden.

Aufgrund der vielfältigen Bezüge zu anderen Leistungsbereichen wird für den LB 52-70-00 "Schichten- und Sickerwasserableitung" kein eigenes Kostenmodul bzw. Leistungsregister erstellt.

52.8 Oberflächenwasserfassung

52.8.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Unter Oberflächenwasserfassung wird das Abpumpen von (kontaminiertem) Wasser aus Bächen, Teichen und Flüssen verstanden. In Abhängigkeit von Schadstoffart und -ausbreitung können auch Skimmer o.ä. zur Entfernung der Kontamination aus Oberflächengewässern zum Einsatz kommen. Für das Abpumpen von Schadstoffen in Phase wird auf den LB 52-40-00 verwiesen. Die Behandlung von Oberflächenwasser wird im LB 53-00-00 "Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser" mit erfasst.

52.8.2 Kostenermittlung

52.8.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Oberflächenwasserfassung betreiben	a	
Pumpenanlage liefern und umsetzen	Stck.	

Die Kosten sind im wesentlichen abhängig von der Durchsatzrate bzw. der Entnahmedauer. Die Basiskosten beziehen sich auf die Investition, Lieferung und Einrichtung der Abpumpanlage. Als modifizierende Einflussgröße gelten die laufenden Betriebskosten, die sich über Wartung, Energieverbrauch und Arbeitslöhne ermitteln lassen. Die geplante Betriebsdauer muss vorab angegeben werden.

LEISTUNGSBEREICH 52-80-00 *	OBERFLÄCHENWASSERFASSUNG *
BAUSTELLENEINRICHTUNG	
maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung	Kostenansatz BE
pauschal	25.600,00
OBERFLÄCHENWASSERFASSUNG	
Basiskosten	Kostenansatz BK [€/a]
Betriebskosten	25.600,00
Kosten LB 52-80-00 = BE + Entnahmedauer [a] x BK [€/a] = _____ €	

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

52.8.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche

LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 27-00-00	Direkt-, Indirekteinleitung, Versickerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser
LB 54-00-00	Dränarbeiten
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren in situ
LB 70-00-00 bis 73-00-00	Abdeckung, Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

52 80 00 Oberflächenwasserfassung

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max mittel	Daten- anzahl
52	81	00				
		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung				
	01	Einrichten, Vorhalten und Räumen der maßnahmenspezifischen Baustelleneinrichtung	psch.		25.564,59 *	
52	82	00				
		Oberflächenwasserfassung				
	01	Betrieb der Oberflächenwasserfassung	a		25.564,59 *	
	02	Pumpenanlage liefern (min. 5 m³/h), vorhalten und mehrfach umsetzen, einschl. aller Versorgungs- und Verbindungsleitungen	Stck.		1.533,88 *	
	03	RCL-Material liefern und abkippen	m³		14,32 *	
	04	Herstellen des Auflagerbereiches und der Leitungszone	m³		7,57 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

53 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

53.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Im Rahmen einer Abreinigung geförderter oder gefasster Wässer werden Schadstoffe aus dem Wasser entfernt. Aufgrund der Vielfalt an verfahrenstechnischen Möglichkeiten zur Reinigung kontaminierter Wässer existieren generell keine bzw. kaum schadstoffspezifische Beschränkungen für deren Behandlung. Letztlich bestimmt vornehmlich die gewählte Anlagenkonfiguration die Art und den Umfang der Leistungen und Kosten. In Abhängigkeit vom zu behandelnden Schadstoffinventar werden folgende Anwendungen unterschieden:

1. mechanisch-physikalisch (Desorption, Adsorption, Sedimentation, Flotation, Membrantrennverfahren, Ölabscheidung, Filtration),
2. chemisch-physikalisch (Fällung, Flockung, Oxidation / Reduktion, Ionenaustausch) und
3. biologisch.

Schadstoffeinflussfaktoren zur Beurteilung der Wirksamkeit von Dekontaminationsverfahren für belastete Wässer								
	<i>Parameter</i>		<i>Bemerkungen</i>					
physikalisch	Damfdruck, Wasserlöslichkeit, Viskosität, Temperatur		- Bestimmung max. mögl. Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser; Maß für die Flüchtigkeit eines Stoffes u.a. aus wässrigen Systemen - hohe Löslichkeit ⇔ geringe Sorption; - Schadstoffflüchtigkeit; mit abnehmendem (Unter)druck wird der Siedepunkt herabgesetzt					
	Henry-Konstante		- hohe Werte des Henry-Koeffizienten bedeuten starke Flüchtigkeit aus dem Grundwasser in die Gasphase.					
	Dichte		- vertikale Phasentrennung bei großen Dichteunterschieden bzw. wenn Schadstoffkonzentration > Löslichkeit (spezifisch leichtere Schadstoffe schwimmen auf -schwerere Stoffe sinken ab).					
	Oktanoll-Wasser Verteilungskoeffizient (Kow)		- hoher K _{ow} bedeutet starke Hydrophobie und starke Tendenz zur Sorption an der organischen Bodenmatrix.					
	Residualsättigung		- Restsättigungsgrad nicht wassermischbarer Flüssigkeiten; aufgrund kapillarer Attraktionskräfte findet unterhalb der Sättigungsgrenze keine Flüssigkeitsdrainage im Porenraum mehr statt.					
chemisch	<i>stoffspezifische Wirksamkeit der Verfahren</i>							
	Metalle	anorgan. Stoffe	(M)KW aliphatisch	BTEX	Phenole Kresole	PAK	HKW aliphatisch	HKW aromatisch
1. Strippen	(+) [2]	(+++ [2])	+ [10/2]	++			+++ [2]	(+++ [2])
2. Adsorption	+		++ [10]	+++	+++	+++	+++	+++
3. Flockung / Fällung	+++ [12]	(+) [12]	+++ [12]			+		
4. Chemische Oxidation		(+++)	++		+	+		++
5. Sedimentation	(+++) [3/12]	(+++) [3/12]	+ [12]			+	(+)	(+)
6. Flotation	(+) [3]	(+)	+++ [3/12]	+	+			
7. Ionenaustausch	+++	+						
8. Membranverfahren	+	(++)	++		+		++	++
9. Thermische Oxidation			++				+	++
10. Ölabscheidung			+++ [2]	+++ [2]	+ [2]	+		

chemisch	<u>stoffspezifische Wirksamkeit der Verfahren</u>							
	Metalle	anorgan. Stoffe	(M)KW aliphatisch	BTEX	Phenole Kresole	PAK	HKW aliphatisch	HKW aromatisch
11. Aerob Biologisch	(+)	(+++)	++ [1/2]	+++ [1/2]	+++ [2]	+	++ [1/2]	+ [1/2]
12. Filtration	[3/5]	[3/5]	[3/6]					
Erläuterung: +++ = Verfahren ist für die Stoffgruppe speziell einsetzbar und technisch erprobt; ++ = Verfahren ist für die Stoffgruppe speziell einsetzbar; + = Verfahren mit anderer Zielsetzung, das auf Stoffgruppe Nebeneffekt hat; () = Verfahren ist nur für bestimmte Stoffe einer Stoffgruppe einsetzbar [/] = ggf. Verfahrenskombination mit dem (den) in Klammern angegebenen Verfahren								

Verfahrensunabhängig ist in jedem Fall eine lückenlose Dokumentation des Sanierungsbetriebes anzufertigen. Darüber hinaus ist nach Abschluss der Maßnahme im Rahmen der Nachsorge eine Überwachung der Wirkungspfade durchzuführen. Zum Umfang der sanierungsbegleitenden Dokumentationen gehört im Regelfall:

- Beprobung und begleitende chemische Analytik aller Roh- und Reinwasser, Zu- und Abflüsse (Temperatur, pH-Wert, Redoxpotential, elektrische Leitfähigkeit, Eisengehalt, Mangangehalt)
- Erfassung der vorhandenen Schadstoffe und deren Abbauprodukte
- Erfassung Art und Menge der chemischen (z.B. Fällungsmittel) und sonstigen Betriebsmittel (z.B. Gas für KatOx), Stromverbrauch
- Bilanzierung der Stoffströme
- Ermittlung der Betriebskosten
- Dokumentation der Entsorgungswege
- Erfassung der Entsorgungskosten

Für die Abreinigung belasteter Wässer gelten folgende Rechtsbereiche:

Bundesbodenschutzrecht

Gemäß BBodSchG § 13 Abs. 2 kann die zuständige Behörde auch für Sanierungen von durch Bodenverunreinigungen verursachte Grundwasserschäden einen Sanierungsplan verlangen. Anforderungen an den Sanierungsplan werden in Anhang 3 der Bodenschutz- und Altlastenverordnung geregelt (BodSchV). Dem Sanierungsplan sind üblicherweise bau-, wasser-, immissionsschutz- und abfallrechtliche Antragsunterlagen beizufügen.

Wasserrecht (WHG)

Gemäß §§ 2,3 und 7 WHG ist sowohl die Grundwasserentnahme wie auch die Wiedereinleitung von gereinigtem Grundwasser (Reinfiltration, Direkt- oder Indirekteinleitung) erlaubnispflichtig. Die entsprechenden Anträge sind der zuständigen Behörde (i.d.R. Untere Wasserbehörde) zur Genehmigung vorzulegen.

Werden wassergefährdende Stoffe beim Betrieb der Reinigungsanlage eingesetzt, können sich je nach Art und Menge der gelagerten Stoffe, Auflagen hinsichtlich der Lagerart sowie zur Löschwasserrückhaltung ergeben.

Bundes-Immissionsschutzrecht

Anlagen zur Grundwasserreinigung sind gemäß BImSchG keine genehmigungsbedürftigen Anlagen. Eine Genehmigung kann erforderlich werden, wenn zum Reinigungsprozess thermische Anlagen (thermische Nachverbrennung, katalytische Oxidation) über einen Zeitraum von mehr als 12 Monaten eingesetzt werden.

Baurecht

Wesentliches Kriterium für die Einrichtung einer on-site Reinigungsstufe ist der Anlagendurchsatz und der beabsichtigte Betriebszeitraum. Genehmigungsrechtlich relevant ist dabei die Unterscheidung zwischen stationärer Anlage (>12 Monate Betriebszeit) und mobiler Anlage (< 12 Monate Betriebszeit).

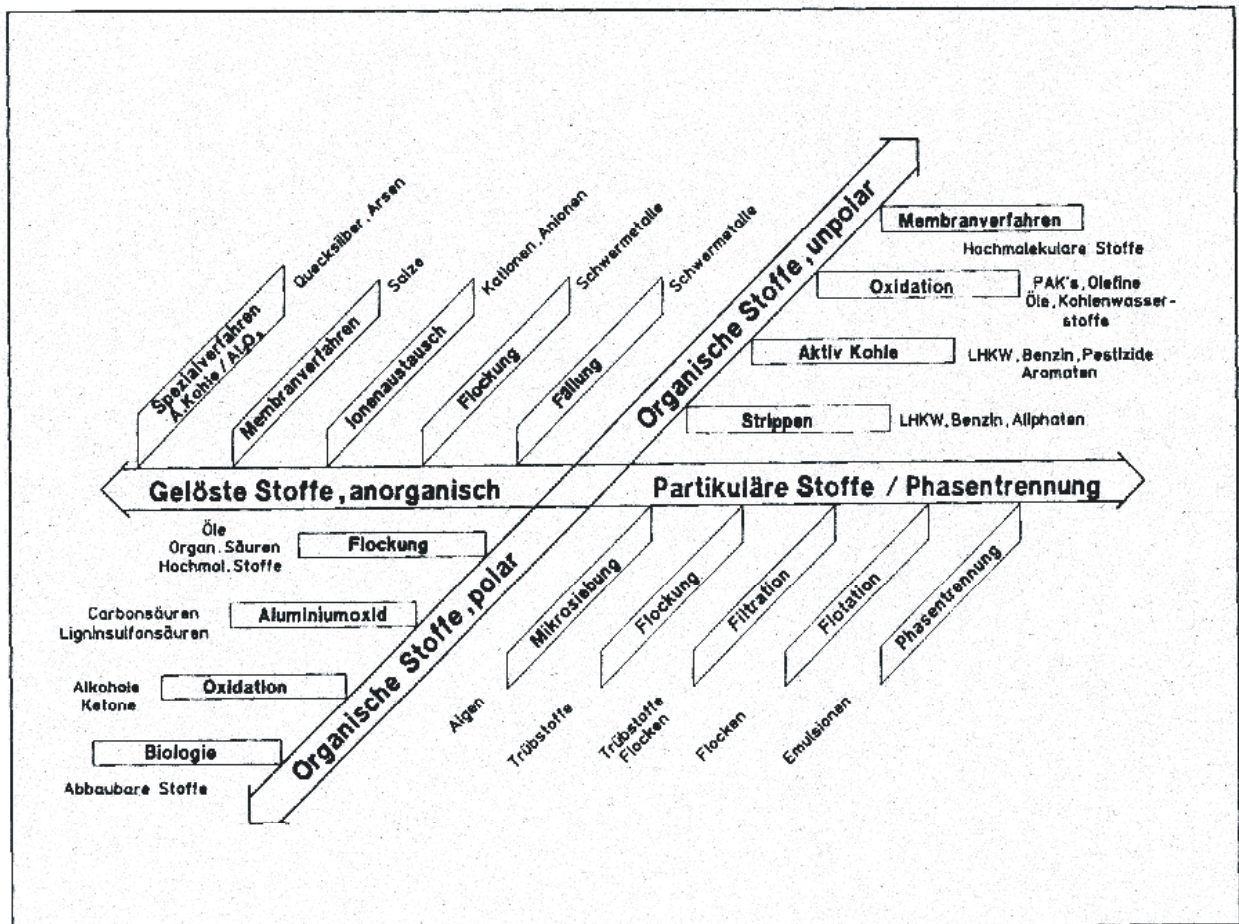
	Genehmigungsrechtlich	Baupraktisch
Stationär	> 12 Monate Standzeit	In der Baupraxis ist die Einrichtung stationärer Anlagen zur Wasserreinigung zunächst mit der Errichtung eines fundamentierten Bauwerkes (z.B. Halle in Stahlskelettbauweise) verbunden. Dafür ist ein förmliches Baugenehmigungsverfahren einzuleiten. Die baurechtliche Abnahme erfolgt dann im Einzelfall vor oder nach Einbau der Anlage.
Mobil	< 12 Monate Standzeit	Mobile Anlagen werden in der Regel vollständig in Containerbauweise mit oder ohne festes Fundament eingerichtet.

Eine Baugenehmigung kann erforderlich werden, wenn einzelne Behälter mehr als 50 m³ Fassungsvermögen und > 3 m Höhe errichtet werden sollen (Standicherheit, Statik). Soll die Reinigungsanlage in einer Einhausung betrieben werden, sind gemäß den länderspezifischen Bauordnungen i.d.R. folgende Unterlagen zur Genehmigung einzureichen:

- Erläuterungsbericht,
- Lagepläne,
- Baugrunduntersuchung,
- Baubeschreibung,
- Betriebsbeschreibung,
- Brandschutzkonzept (Fluchtwege, Löscheinrichtungen, Lagerung brennbarer Flüssigkeiten, Gase)
- Lärmschutzgutachten.

53.2 on-site-Reinigungsverfahren

Eine Übersicht möglicher Abreinigungsverfahren für die Entfernung von Problemstoffen aus wässrigen Lösungen zeigt die folgende Grafik.



Auswahl von **Wasserreinigungsverfahren** (LfU Baden-Württemberg, Handbuch Altlasten und Grundwasser-schadensfälle – Hydraulische und pneumatische in-situ-Verfahren)

53.2.1 Sedimentation

Sedimentation ist ein physikalischer Vorgang, bei dem suspendierte (nicht gelöste) Teilchen unter dem Einfluss der Schwerkraft aus dem Grundwasser entfernt werden. Dieser Vorgang wird auch Dekantieren genannt. Eine Trennung ist jedoch nur möglich, wenn die suspendierten Teilchen eine größere Dichte als Wasser besitzen. Sedimentation wird als Vorbehandlungstechnik eingesetzt, um nicht gelöste Partikel wie Ton- und Sandteilchen zu entfernen. Durch vorheriges Belüften oder pH-Wert Änderung kann Eisen entfernt werden. Als Nachbehandlung wird Sedimentation eingesetzt, um den bei der Schwermetallfällung oder Flockung entstehenden Schlamm zu entfernen. Durch Adsorption an der festen Fraktion kann auch ein Teil der eventuell anwesenden organischen Verunreinigungen entfernt werden. Auch Schwermetalle können durch Adsorption an Partikel mit entfernt werden. Durch Sedimentation können bei der Grundwasserreinigung für Trübstoffe Effluentwerte unter 10 mg/l erreicht werden. Die Restkonzentration fester Teilchen ist abhängig von der Ausgangskonzentration und dem Gebrauch von Flockungsmitteln.

53.2.2 Flockung

Bei der Flockung werden feinstdispergierte oder kolloidale Teilchen durch Zugabe von Hilfsmitteln in einen Zustand überführt, bei dem eine mechanische Abtrennung z. B. durch Sedimentation möglich ist. Als Flockungsmittel werden meist Eisen- und Aluminiumsalze, als Flockungshilfsmittel hochmolekulare Polymere oder Naturprodukte auf Stärkebasis eingesetzt.

53.2.3 Fällung

Abtrennprozess für gelöste Inhaltsstoffe unter Änderung der Zustandsform. Bei der Fällung erfolgt eine Überführung eines gelösten, meist ionischen Schadstoffes in einen wasserunlöslichen Komplex. Dies geschieht durch Zugabe eines Fällungsmittels und/oder pH-Wert-Änderung. Der Schadstoff wird dabei aus der wässrigen in eine feste Phase überführt. Bei der Grundwasserreinigung wird das Verfahren der Fällung zur Entfernung von Schwermetallen eingesetzt. Möglich ist auch die Fällung von Phosphaten. Bei optimal durchgeführten Fällungen sind Reinigungsleistungen von über 99% möglich. Die erzielbaren Restkonzentrationen für einen bestimmten Schadstoff hängen zum einen von der zugegebenen Menge an Fällungsmittel ab und zum anderen von der nachfolgenden mechanischen Abtrennung der Fällungsflocken. Allgemein liegen die Effluentgehalte für die meisten Schwermetalle in einem Bereich von 100 - 200 µg/l.

53.2.4 Desorption (Strippung)

Beim Abtrennprozess des Strippens wird das Grundwasser intensiv mit Luft in Kontakt gebracht, so dass Schadstoffe aus der wässrigen in die Gasphase übertreten können (Desorption). Die dabei entstehende Abluft muss im Nachgang mittels Adsorber- oder Oxidationsstufe (Katalytische Oxidation) gereinigt werden. Strippen wird bei leicht flüchtigen Schadstoffen eingesetzt, die einen Henry-Koeffizienten von größer > 70 J/mol bzw. einen Dampfdruck größer 70 Pa (N/m²) besitzen. Nach Angaben der United States Environmental Protection Agency (USEPA) sind Substanzen mit einem Dampfdruck von mehr als 70 Pa als gut flüchtig einzustufen. Dabei können Stoffe in einem Konzentrationsbereich von ca. 10 µg/l bis 10 mg/l behandelt werden. Besonders erfolgreich werden Stripverfahren bei LCKW und BTXE eingesetzt. Mit einem Stripturm können Abreinigungen von 99 % erzielt werden. Letztendlich hängt die Reinigungsleistung von der effektiven Höhe des Stripturmes ab; da dieser nicht unendlich hoch gebaut werden kann, werden im Bedarfsfalle mehrere Striptürme hintereinander geschaltet.

53.2.5 Filtration

Sandfiltration dient der Abtrennung von Feststoffen, wobei Teilchen bis herab zu einer Korngröße von ca. 25 µm abgetrennt werden können. Die erreichbaren Filtratqualitäten können je nach Filtergeschwindigkeiten und Korngrößenzusammensetzung unter 0,1 Trübungseinheiten Formazin liegen. Eine Trübungseinheit Formazin entspricht ca. 2,5 mg/l SiO₂. Nach einer Flockung bzw. Fällung (z. B. Enteisenung) können die entstandenen Niederschläge durch Filtration abgetrennt werden. Gute Filterleistungen für Enteisungsfilter (Eisenkonzentration ca. 1mg/l) liegen über 500 m³ Wasser pro m² Filterfläche bei 1 m Betthöhe des Sandes (0,7 - 1,2 mm). Der Abscheidegrad für Schwebstoffe liegt abhängig vom benutzten Filtermaterial bei 70-90 %. Allgemein gilt, dass mit abnehmender Filtergeschwindigkeit und Korngröße der Sandpartikel eine Verbesserung der Filtratqualität einhergeht. Die Reinigungsleistung bei der Filtration ist häufig besser als bei der Sedimentation.

53.2.6 Ionenaustausch

Ionenaustausch beschreibt die Adsorption von positiv oder negativ geladenen Ionen an den aktiven Gruppen eines Austauscherharzes. Die Aufnahme der ionischen Schadstoffe erfolgt im Austausch gegen nicht umweltrelevante Ionen wie z.B. Na^+ bzw. H^+ bei Kationen oder OH^- bzw. Cl^- bei Anionen. Mit Ionenaustauschern können die meisten elektrisch geladenen Moleküle (Ionen) abgetrennt werden. Besonders erfolgreich wird der Ionenaustausch bei folgenden Verunreinigungen eingesetzt:

Schwermetallionen (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} und Cr^{6+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Hg^{2+}), komplexierte Schwermetalle $[\text{HgCl}_4]^{2-}$, Cyanide.

Das Ionenaustauscherverfahren ist besonders wirtschaftlich einzusetzen, wenn das betreffende Schwermetall in geringer Konzentration, vorzugsweise unter 500 mg/l vorliegt. Prinzipiell lassen sich mit Ionenaustauschverfahren sehr niedrige Restgehalte realisieren, die z. B. bei der Reinstwasserherstellung oft besser als bei zweifacher Destillation liegen. Bei einer Grundwasserreinigung mit vielen verschiedenen Fremdstoffen und einem ökonomisch vertretbaren Aufwand werden in der Regel für Schwermetalle Restkonzentrationen $< 10\mu\text{g/l}$ erzielt.

53.2.7 Adsorption (Aktivkohle)

Die Wirkung von Aktivkohle beruht auf der Adsorption von Schadstoffen auf der Aktivkohlenoberfläche. Es können sowohl Schadstoffe aus der Gas- als auch Wasserphase aufgenommen werden. Beladene Aktivkohle kann durch Wasserdampf- bzw. chemische Behandlung regeneriert werden (z. B. bei leichtflüchtigen CKW); oder sie muss durch Verbrennung bzw. Deponierung entsorgt werden. Fast alle im Grundwasser anzutreffenden organischen Verbindungen können mehr oder weniger gut adsorbiert werden, insbesondere unpolare Verbindungen. Darunter fallen folgende Schadstoffe: PAK, gelöstes Mineralöl, BTXE, CKW, Phenole und Pflanzenschutzmittel.

Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe werden mittels Aktivkohle nicht in gleichem Maße aus dem Wasser entfernt. Für diese Verbindungen lässt sich folgende Reihe abnehmender Adsorbierbarkeit an Aktivkohle festlegen:

Tetrachlorethen > Trichlorethen > Tetrachlorkohlenstoff > 1.1.1.-Trichlorethan >
1.1.-Dichlorethan > cis 1,2-Dichlorethan > Chloroform > Vinylchlorid.

Im allgemeinen können für CKW und BTXE Werte $< 10\mu\text{g/l}$ und für PAK $< 1\mu\text{g/l}$ erzielt werden. Die Beladung einer Aktivkohle liegt in der Wasserphase bei 0,5 - 7 %. Die Anwendung von Pulverkohle ist meist mit einer Flockung kombiniert. Flocken und eingebundene Kohlepartikel müssen in einem nachgeschalteten Zweischichtfilter zurückgehalten werden. Die Verweilzeit des Grundwassers im Filter liegt bei ca. 10-20 Minuten, während Durchströmungsgeschwindigkeiten von 10 - 15 m/h eingestellt werden.

53.2.8 Biologische Reinigung

Bei der biologischen Behandlung erfolgt der Schadstoffabbau durch Mikroorganismen. Die Schadstoffe dienen dabei den Organismen entweder als Nährstoffe oder als Energiequelle. Da es sich um ein System unter Beteiligung von Lebewesen handelt, unterscheidet sich dieses Verfahren deutlich von den anderen Reinigungstechniken. Bei der mikrobiellen Grundwasserbehandlung sind drei Verfahrensweisen möglich, bei denen jeweils unterschiedliche Organismen eingesetzt werden:

aerob

Die Mikroorganismen oxidieren die Schadstoffe mit Sauerstoff unter optimalen Bedingungen zu CO_2 und H_2O (Biologische Oxidation). Die in den Schadstoffen enthaltenen Heteroatome Stickstoff oder Schwefel werden zu Nitrat bzw. Sulfat umgesetzt.

anaerob

Befindet sich in der Umgebung kein oder nur sehr wenig Sauerstoff, benötigen die Mikroorganismen Sulfat oder Nitrat als Elektronenakzeptoren um Schadstoffe abbauen zu können.

methanotroph

Um bestimmte Schadstoffe wie z. B. CKW's abbauen zu können, wird dem Grundwasser Methan als Nährstoffquelle zugegeben, wobei die Schadstoffe als "Nebennährstoffe" mit dem Methan zusammen verwertet werden (Cometabolismus).

Bei der Grundwasserreinigung werden zur Zeit fast ausschließlich aerobe Verfahren eingesetzt. Anaerobe Techniken haben jedoch schon Einzug in der industriellen Abwasserbehandlung gehalten. Methanotrophe Verfahren befinden sich noch im Forschungsstadium, auch wenn vereinzelt Pilotanlagen realisiert wurden. Mit mikrobiellen Verfahren kann ein sehr breites Spektrum an organischen Verunreinigungen im Grundwasser abgebaut werden. Besonders erfolgreich können mikrobielle Verfahren bei MKW, BTEX, PAK (niedrig siedende z. B. Naphthalin) und Phenolen eingesetzt werden:

Die Reinigungsleistung biologischer Systeme hängt stark von der Grundwasserbeschaffenheit und den Milieubedingungen im Reaktor ab. Als grobe Leitlinie können die angegebenen Restkonzentrationen angesehen werden:

Schadstoff	durchschnittl. Reinigungsendwert
Mineralöl	50 µg/l
BTEX	2 µg/l
PAK	100 µg/l
Naphthalin	5 µg/l

53.2.9 Chemische Oxidation

Der Abbau von Schadstoffen erfolgt durch die Zugabe von Oxidationsmitteln:

Kombination: $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$; O_3/UV ; $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$

Technisch eingesetzt werden praktisch nur die Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid (H_2O_2) und Ozon (O_3). Die Wirkung der erwähnten Oxidationsmittel kann durch Erzeugung der reaktionsfähigen OH-Radikale bei der Kombination $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ -Behandlung oder O_3/UV -Bestrahlung bzw. $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ -Bestrahlung wesentlich verstärkt werden (weitergehende Oxidation). Radikale sind Substanzen mit einem ungesättigten Elektronenpaar, die deshalb sehr reaktionsfähig sind.

Zur UV-Oxidation werden sehr kompakte Reaktoren eingesetzt, die in der Regel aus einem Edelstahlrohr mit eingesetztem Quarzrohr bestehen. Im Quarzrohr befindet sich die UV-Lampe mit einer üblichen Leistung zwischen 1-10 kW. Zum Einsatz kommen Hochdruck- und Niederdruckquecksilberlampen. Die Verweilzeit des Grundwassers liegt im Bereich von 5-10 Sekunden, so dass selbst bei großen Wassermengen der UV-Reaktor sehr klein ausgebildet sein kann. Bei der Verwendung von H_2O_2 als Oxidationsmittel wird dieses, aus einem Vorratsbehälter kommend, dem Grundwasser beigemischt.

Generell lassen sich alle oxidierbaren Verbindungen durch Oxidationsverfahren zerstören. Zusätzlich zu den organischen Verbindungen können auch einige anorganische Verbindungen wie z. B. Cyanide und Ammonium nur durch OH-Radikale oxidiert werden. Für die in der Grundwasserreinigung eingesetzte UV-Oxidation liegen Erfahrungen mit CKW, BTXE, MKW, PAK, Phenolen, Cyaniden und Pflanzenschutzmitteln vor.

Für CKW's können in der Praxis Reinigungsendwerte $< 10 \mu\text{g/l}$ erreicht werden; für Einzelsubstanzen auch $< 1 \mu\text{g/l}$. Als Faustregel gilt, dass CKW umso besser abgebaut werden, je längerkettig sie sind; C=C-Doppelbindungen lassen sich leichter oxidieren als C-C-Einfachbindungen. In den meisten Fällen dürfte hier die alleinige Anwendung von Ozon ausreichen. Im Gegensatz zu den CKW gilt für Mineralölkohlenwasserstoffe, dass mit zunehmender Moleküllänge der Abbau schwieriger wird.

53.2.10 Membranverfahren

Als Membranverfahren werden die Umkehrosmose, die Ultrafiltration, die Mikrofiltration und die Elektrodialyse bezeichnet.

Als Membranverfahren zur Grundwasserreinigung kommt derzeit überwiegend die Umkehrosmose (auch Hyperfiltration genannt) zur Anwendung. Bei der Umkehrosmose erfolgt die Trennung von Schadstoffen und Wasser über eine semipermeable Membran. Wassermoleküle können durch diese Membran diffundieren, Schadstoffmoleküle und Schwermetallionen werden durch die Membran zurückgehalten.

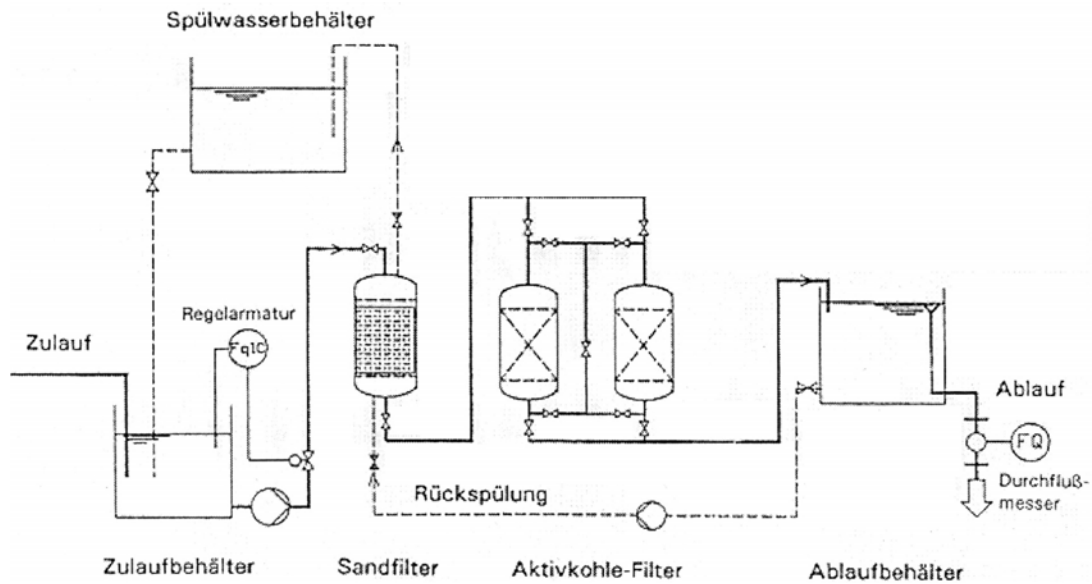
Mit Hilfe der Umkehrosmose sind nahezu alle organischen und anorganischen Schadstoffe vom Wasser abtrennbar. Da die eingesetzten Membranen eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Störstoffen aufweisen, ist eine Voruntersuchung des zu reinigenden Grundwasser auf folgende Stoffe unerlässlich:

- Schwebstoffe (Verstopfungsgefahr der Membran)
- Eisen, Mangan, Kalzium, Barium, Sulfate, Karbonate, Silikate (Gefahr von Ausfällungen und Verockerungen).

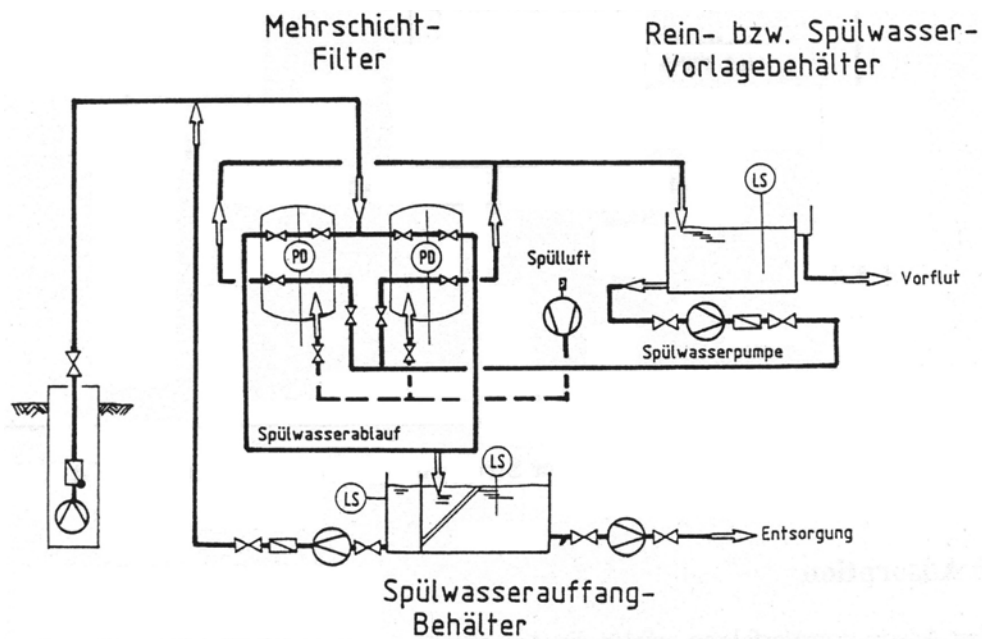
Die semipermeablen Membranen werden mit einem Stützelement und einem Druckbehälter als fertige Module hergestellt. Entsprechend der Fertigungsart kann zwischen Hohlfaser-, Platten- und Wickelmodulen unterschieden werden.

53.3 Verfahrensbeispiele zur Grundwasserreinigung

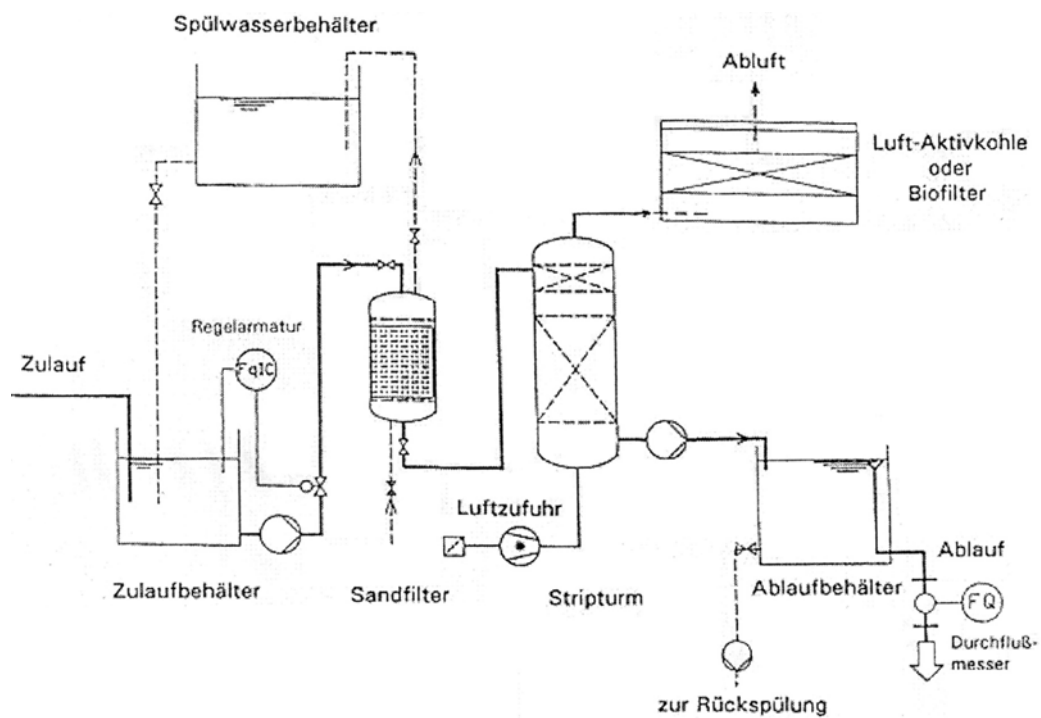
Grundwasserreinigung mittels **Aktivkohleadsorption** (LfU, BW, 1995):



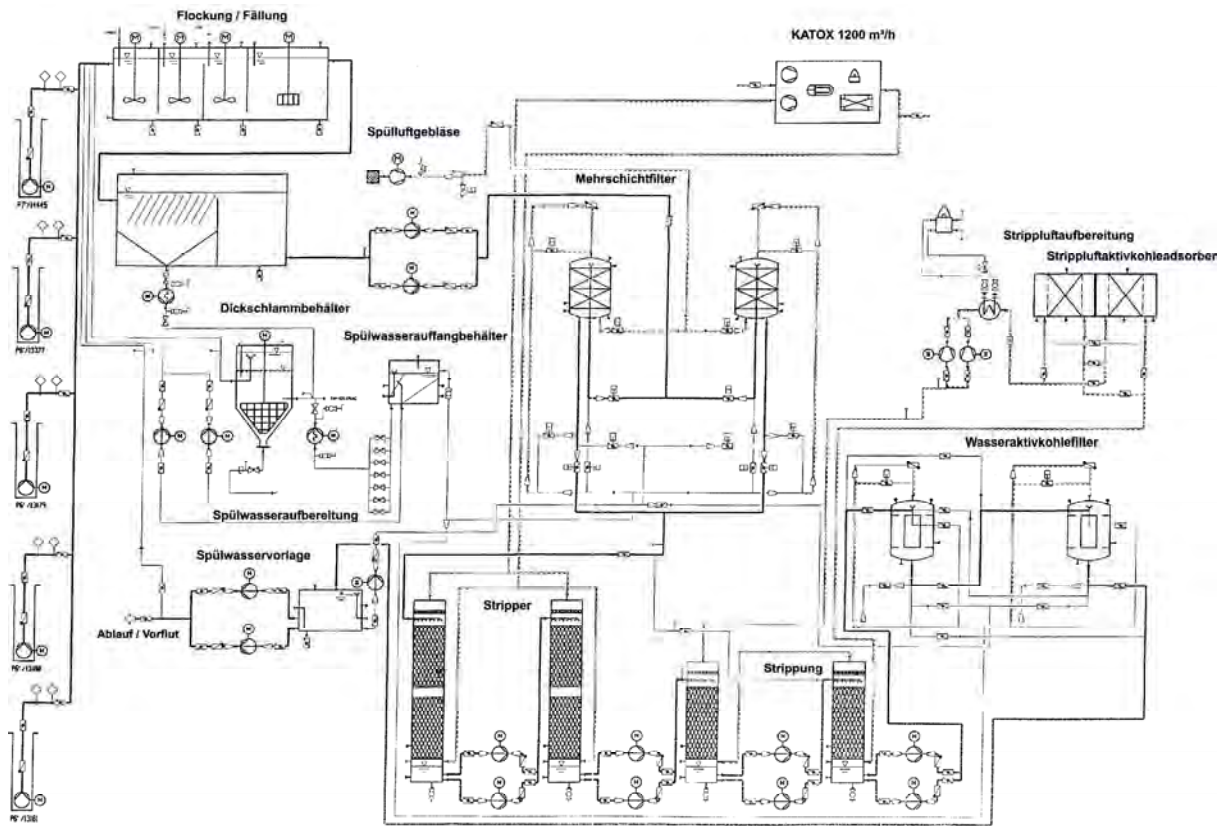
Grundwasserreinigung mittels **Filtration** (Altenbockum & Partner, 1999):



Grundwasserreinigung mittels **Desorption** (LfU, BW, 1995):



Grundwasserreinigung mittels **Filtration, Desorption, Adsorption, katalytischer Oxidation** (ECOS Umwelt GmbH, 2002):



53.4 Kostenermittlung

53.4.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In Leistungsverzeichnissen werden die Abrechnungseinheiten üblicherweise wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
GW-Reinigungsanlage		
liefern, installieren, abbauen	Stck.	
vorhalten	Mt	Wo
warten und betreiben	Mt	m³
Koaleszenzabscheider		
liefern, installieren, abbauen	Stck.	
vorhalten, betreiben	d	Wo
Anlagenteile mieten	Mt	
Notstromaggregat		
liefern, installieren	Stck.	
vorhalten	d	Wo
betreiben	h	
Grundwasserpumpen liefern, einbauen, vorhalten und betreiben	Stck.	Wo
Leitungen liefern, verlegen, zurückbauen	m	Stck.

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Notstromaggregat		
liefern, installieren vorhalten betreiben	Stck. d h	Wo
Grundwasserpumpen liefern, einbauen, vorhalten und betreiben	Stck.	Wo
Leitungen liefern, verlegen, zurückbauen	m	Stck.
Chemikalien und Hilfsstoffe		
liefern, einbauen, zurücknehmen, entsorgen	t	m³

Die Auswertung abgeschlossener Grundwassersanierungen belegt, dass ein verallgemeinerbarer, volumenspezifischer Kostenansatz nicht möglich ist. Allein die Betriebskosten schwanken bei unterschiedlichen Fällen zwischen 0,50 und 25 €/m³. Daher basiert die Kostenermittlung für die Wasserbehandlung auf einer Reihe von Vereinfachungen.

Als Anlagenkombination (mobile Anlage) wird stellvertretend für ein typisches GW-Reinigungsverfahren eine Enteisung, Wasser-Adsorption und Desorption (Strippung) mit nachgeschalteter Gas-Adsorption angesetzt. Die Investitionskosten beziehen sich auf die gesamten Anlagenteile; sie werden in Abhängigkeit von der Größe, d.h. vom Durchsatz der Anlage, bestimmt. Der Durchsatz wird bei der Behandlung von kontaminiertem Grundwasser durch die Gesamtfördermenge der Entnahmebrunnen bestimmt (LB 61-00-00). Die Betriebskosten werden überschlägig anhand des Energiebedarfs der Anlage und einem Kostenansatz für Wartungskosten (Personal und Material) ermittelt. Zur Berücksichtigung des Schadstoffinventars werden anhand der Schadstoffflüchtigkeit (definiert über den Dampfdruck) Variablen angesetzt. Bei Vorliegen von geringer flüchtigen Schadstoffen bzw. leichtflüchtigen Schadstoffen mit niedrigem Emissionsfaktor bewertet die Variable eine Änderung der Anlagenkonfiguration.

LEISTUNGSBEREICH 53-00-00		BEHANDLUNG VON GRUND-, SICKER- UND PROZESSWASSER	
BASISKOSTEN DURCHSATZ			
Durchsatz Q [m³ / h]		Investitionskostenansatz IK[€]	
0 - 10		6.500,00	
11 - 50		12.000,00	
> 50		23.000,00	
BETRIEBSKOSTEN			
Leistung Reinigungsanlage P [kW]		Betriebskostenansatz	
20		Energie BKE [€/kWh]	Warten und Betreiben BKW [€/Woche]
		0,15	750,00
SCHADSTOFFE			
Flüchtigkeit / Dampfdruck [mbar]		Variable fK	
> 1,33		1,0	
≤ 1,33		0,7	
Kosten KL 53-00-00 = IK[€] x fK + Sanierungsdauer [h] x (P[kW] x BKE[€/kWh] + BKW[€/Woche] / 168[h/Woche]) x fK = _____ €			

Als Folgeleistung fällt außer der Entsorgung von Aktivkohleadsorberfüllungen i.d.R. das Einleiten der gereinigten Wässer in die städtische Kanalisation inklusive der durch Indirekteinleitergebühren anfallenden Kosten an.

53.4.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- und Sickerwasser
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser / Schichtenwasser / Oberflächenwasser
LB 59-00-00	Extraktive Spülverfahren (in-situ)
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 61-00-00	Natural Attenuation
LB 62-00-00	Enhanced Natural Attenuation
LB 70-00-00 bis 73-00-00	Abdeckung / Abdichtung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
53 01 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung und vorbereitende / begleitende Arbeiten					
01	Standplatz der Anlage herrichten	psch.	309,87	1.636,13	838,48	5
02	Fundamentplatte für die Sanierungsanlage erstellen	psch.	1.520,00	9.600,00	4.311,73	5
03	Fundamentplatte und Einhausung der Anlage erstellen	Stck.			7.260,34 *	
04	Schallschutz für die Grundwassersanierungsanlage (nachts max. 45 dB(A) in 30 m Entfernung) liefern, aufbauen, abbauen, abtransportieren vorhalten, betreiben, warten	Stck. d	534,30 2,45	1.482,75 6,87	893,30 4,42	4 4
05	Umhausung einer Aufbereitungsanlage als Polyestergehäuse, L = 7,16 m, B = 3,15 m, H = 3,00 m, inkl. Heizung, Isolierung, Lüftung, Elektroinstallation	Stck.	24.683,64	24.683,64	24.683,64	1
06	Einhausung der Behandlungsanlage mieten	Mt			253,09 *	
07	Mobile GW-Behandlungsanlage innerhalb des Baufeldes umsetzen Durchsatz:	Stck.	606,60	4.956,40	1.335,16	14
	10 m³/h		606,60	2.608,63	x 1,0	
	50 m³/h		1.789,52	4.956,40	x 2,1	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
08	Baustromanschluss bei EVU beantragen inkl. Anschlussgebühren, Abmeldung	psch.	170,47	766,94	465,63	5
09	Baustromverteiler DIN VDE 0612 als Anschlusssschrank liefern, aufstellen/anschließen, abbauen und abtransportieren	Stck.	441,16	1.789,52	896,59	5
10	Baustromverteiler DIN VDE 0612 als Anschlusssschrank vorhalten und betreiben	Wo	11,81	153,39	46,89	5
11	Stromversorgung für Reinigungsanlage herstellen	psch.	697,22	4.244,40	1.901,38	5
12	Notstromaggregat liefern, aufbauen, vorhalten, abbauen, abtransportieren	psch.	725,29	27.075,46	7.603,14	11
13	Störungsbeseitigung inkl. An- und Abfahrt eines Technikers	Stck.	541,46	1.096,72	825,29	5
14	Ausführungs-, Abnahme- und Bestandsunterlagen gemäß ZTV für die Gesamtanlage erstellen	Stck.	421,82	1.278,23	827,06	4
53 02 00	Mobile GW-Behandlungsanlage - Installation und Inbetriebnahme, Abbau					
01	Adsorptionsanlage Durchsatz:	Stck.	570,00	28.673,25	3.172,50	70
	10 m³/h		570,00	13.200,00	x 1,0	
	20 m³/h		2.433,75	18.528,99	x 2,2	
	30-60 m³/h		7.808,10	24.947,61	x 4,5	
02	Adsorptionsanlage für nicht desorbierbare Schadstoffe, Druckstufe PN 5 - PN 10, Nutzvolumen 4-40 m³	Stck.	23.608,45	94.804,37	61.003,48	7
03	Adsorptionsanlage für suspendierte Feststoffe sowie gelöste organische und chlororganische Schadstoffe; Behandlungsanlage bestehend aus Sandfilter und Aktivkohlefilter Durchsatz:	Stck.	3.936,95	59.840,70	9.655,60	13
	10 m³/h		3.936,95	17.537,31	x 1,0	
	50 m³/h		6.688,21	59.840,70	x 3,0	
04	Adsorptionsanlage für quecksilberbelastete Grund- und Baugrubenwässer sowie Wässer aus Radwasch- und Stiefelreinigungsanlage Durchsatz bis 20 m³/h	Stck.	22.346,08	145.000,00	47.509,95	11
05	Aktivkohlefiltrationsstufe Durchsatz:	Stck.	4.096,60	17.220,97	4.096,60	5
	20 m³/h		4.096,60	4.096,60	x 1,0	
	50 m³/h		10.540,76	10.540,76	x 2,5	
	75 m³/h		11.662,30	11.662,30	x 2,8	
	100 m³/h		11.764,67	11.764,67	x 2,9	
06	Biologische Behandlung	Stck.	#	#	#	0
07	Chemische Oxidation	Stck.	#	#	#	0
08	Desorptionsstufe Durchsatz:	psch.	1.504,50	44.993,69	14.170,25	33
	20 m³/h		1.504,50	44.993,69	x 1,0	
	75 m³/h		9.651,04	9.651,04	x 0,7	
	100 m³/h		6.114,25	6.114,25	x 0,4	
09	Desorptionsanlage, Durchsatz 15-20 m³/h demontieren und abtransportieren	Stck.	514,67	8.117,98	2.980,02	19

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
10	Desorptionsanlage (Füllkörperkolonne) Pumpenvorlage 1-3 m³	Stck.	17.088,42	56.931,50	30.101,18	7
11	Flockung / Fällung für anorganische Schadstoffe, Durchsatz bis 10 m³/h, einschl. Wintersicherung und Probenahmeeinrichtung	Stck.	600,00	29.200,00	6.726,94	20
12	Flotation	Stck.	#	#	#	0
13	Ionentauscher für anorganische Schadstoffe, Durchsatz bis 40 m³/h, einschl. Wintersicherung und Probenahmeeinrichtung	Stck.	1.500,00	21.139,86	6.687,59	12
14	Kiesfiltrationsstufe mit Rückspülvorrichtung	psch.	10.738,15	31.721,04	10.738,15	5
	Durchsatz:					
	20 m³/h		10.738,15	10.738,15	x 1,0	
	50 m³/h		17.151,54	17.151,54	x 1,5	
	75 m³/h		18.130,73	18.130,73	x 1,7	
	100 m³/h		20.820,09	31.721,04	x 2,4	
15	Koaleszenzabscheider	Stck.	78,99	13.500,00	2.115,02	38
16	Koaleszenzabscheider mechanisch + Adsorption (AOX, MKW, LHKW, BTEX), Durchsatz 0,1 m³/h, inkl. Probebetrieb 72 h	Stck.	7.413,74	12.823,20	8.871,19	5
17	Membrantrennverfahren / Umkehrosmose	Stck.	#	#	#	0
18	Sedimentation	Stck.	#	#	#	0
19	System zur manuellen Phasenabschöpfung liefern und installieren	Stck.	76,69	108,29	92,49	2
20	System zur automatischen Phasenabschöpfung liefern und installieren	Stck.	664,68	974,59	819,64	2
21	Thermische Oxidation	Stck.	#	#	#	0
53 03 00	Mobile GW-Behandlungsanlage - Vorhalten, Warten und Betreiben (nach Zeit)					
01	Adsorptionsanlage	a	10.737,13	44.175,62	20.869,23	6
02	Adsorptionsanlage	Wo	29,30	6.748,00	216,37	93
	Durchsatz:					
	10 m³/h		29,30	6.748,00	x 1,0	
	20 m³/h		578,25	1.274,58	x 3,5	
	30 m³/h		230,08	4.463,75	x 7,2	
	60 m³/h		1.536,66	3.987,05	x 13,8	
03	Adsorptionsanlage für quecksilberbelastete Grund- und Baugrubenwässer sowie Wässer aus Radwasch- und Stiefelreinigungsanlage Durchsatz bis 20 m³/h	Wo	347,37	2.960,00	1.034,66	11
04	Aktivkohlefiltrationsstufe	d	15,34	53,22	15,34	5
	Durchsatz:					
	20 m³/h		15,34	15,34	x 1,0	
	50 m³/h		25,61	25,61	x 1,6	
	75 m³/h		24,24	24,24	x 1,6	
	100 m³/h		29,82	29,82	x 1,9	
05	Aktivkohlefiltration	Mt			252,02 *	
06	Biologische Behandlung	Wo	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
07	Chemische Oxidation	Wo	#	#	#	0
08	Desorptionsanlage, Durchsatz 15 m³/h	a			15.287,63 *	
09	Desorptionsanlage, Durchsatz 15-20 m³/h	Wo				
	vorhalten		102,04	3.420,54	1.314,78	20
	warten und betreiben		10,74	2.793,44	1.639,73	19
10	Desorptionsstufe	d	26,81	52,18	52,18	3
	Durchsatz:					
	20 m³/h		52,18	52,18	x 1,0	
	75 m³/h		26,93	26,93	x 0,5	
	100 m³/h		26,81	26,81	x 0,5	
11	Flockung / Fällung für anorganische Schadstoffe, Durchsatz bis 10 m³/h	Wo	182,56	7.987,00	1.814,95	15
12	Flotation	Wo	#	#	#	0
13	Grundwasser-Aufbereitungsanlage betreiben	h	20,08	79,76	45,59	11
14	Grundwasser-Aufbereitungsanlage vorhalten	h	6,57	82,97	20,82	11
15	Ionentauscher für anorganische Schadstoffe, Durchsatz bis 10 m³/h	Wo	97,09	8.176,07	2.504,65	9
16	Ionentauscher, Durchsatz 40 bis 50 m³/h	d	14,32	33,65	20,76	3
17	Kiesfiltrationsstufe	d	23,01	47,44	23,01	5
	Durchsatz:					
	20 m³/h		23,01	23,01	x 1,0	
	50 m³/h		38,54	38,54	x 1,7	
	75 m³/h		45,18	45,18	x 1,9	
	100 m³/h		47,44	47,44	x 2,1	
18	Koaleszenzabscheider	d	37,33	613,57	214,52	7
19	Koaleszenzabscheider	Wo	56,51	805,28	397,65	7
20	Koaleszenzabscheider mechanisch + Adsorption (AOX, MKW, LHKW, BTEX), Durchsatz 0,1 m³/h	Wo	140,00	2.100,00	638,84	13
21	Membrantrennverfahren / Umkehrosmose	Wo	#	#	#	0
22	Sedimentation	Wo	#	#	#	0
23	Thermische Oxidation	Wo	#	#	#	0
53 04 00	Mobile GW-Behandlungsanlage - Vorhalten, Warten und Betreiben (nach Durchsatz):					
01	Adsorptionsanlage	m³	0,36	11,06	3,41	14
02	Benzin- / Ölabscheidung mechanisch	m³			2,05 *	
03	Biologische Behandlung	m³	#	#	#	0
04	Chemische Oxidation	m³	#	#	#	0
05	Desorption	m³	#	#	#	0
06	Flockung / Fällung	m³	#	#	#	0
07	Flotation	m³	15,30	89,50	42,29	7
08	Ionentauscher	m³	#	#	#	0
09	Sedimentation	m³	#	#	#	0
10	Membrantrennverfahren / Umkehrosmose	m³			35,79 *	
11	Thermische Oxidation	m³	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
53 05 00	Anlagenteile - Installation und Inbetriebnahme					
01	Dekanter zur mechanischen Schlamm- entwässerung einschließlich Untergestell und Spei- cher-programmierbarer Steuerung (SRS) zum vollautomatischen Betrieb, Leistung Trommel 22 kW, Leistung Schnecke bis 11 kW, Durch- satz 4-10 m³/h, Drehzahl max. 3900 U / min	Stck.	9.018,50	1.965.936,60	491.265,84	5
02	Dosierpumpe für gebrauchsfertige Natronlau- ge/Flockungshilfsmittel, max. Gegendruck 7 bar, Leistung bis 0,55 kW, max. Fördermenge 200 l/h	Stck.	2.404,17	34.453,33	6.197,63	22
03	Dosierstation, inkl. Entsorgung aller Chemika- lienreste und Leitungen	psch.	2.863,23	13.505,26	6.897,88	5
04	Druckerhöhungspumpe, Druck 1-3,5 bar, Leis- tung bis 7,5 kW, inkl. Armaturen	Stck.	966,79	16.786,50	8.519,57	34
	Fördermenge:					
	bis 25 m³/h		966,79	16.786,50	x 0,7	
	bis 60 m³/h		3.798,72	15.916,00	x 1,0	
	Pumpenart:					
	Reaktionspumpe		6.950,15	15.916,00	x 1,1	
	Sandfilterpumpe		5.359,17	12.797,00	x 0,95	
	Zwischenförderpumpe		3.798,72	15.916,00	x 0,9	
	Aktivkohlefilterpumpe		5.903,72	12.849,00	x 1,0	
	Kreiselpumpe		966,79	16.786,50	x 0,5	
05	Eisenfällung / Schlammfang	Stck.	818,07	868,30	843,19	2
06	Enteisenung, Durchsatz 15-20 m³/h	Stck.	3.991,49	36.987,07	14.595,82	18
07	Entspannungsbehälter, PE-Kunststoff, D = 1200 mm, H = 1000 mm, max. Wasserstand ca. 1000 mm, inkl. Anschlüssen und Abdeckung	Stck.	1.376,91	1.376,91	1.376,91	2
08	Entspannungsbehälter-Tragkonstruktion aus Stahlprofilen, zur Aufstellung in Höhe von 1,8 m über OK Betonplatte, inkl. aller Verbindungsteile	Stck.	1.408,10	1.408,10	1.408,10	2
09	Filterkuchenbehälter zur Aufnahme des Filter- kuchens aus der Anlage zur mechanischen Schlamm-entwässerung, Inkl. Anschluss an Behälterabsaugung, Nutzvolumen 7,5-13 m³	Stck.	6.514,00	26.523,05	14.924,18	5
10	Filtratbehälter zur Sammlung des abgepressten Filtrates, einschl. Niveaumessung, Nutzvolumen 1000-6000 l	Stck.	1.622,24	18.315,00	7.771,57	6
11	Filtratpumpe zur Rückführung des abgepres- sten Filtrates in die Reinigungsanlage; Druck 1- 3,5 bar, Leistung 1-3 kW		1.701,61	15.582,00	2.474,57	6
	Fördermenge:					
	bis 10 m³/h		1.701,61	3.239,84	x 1,0	
	bis 30 m³/h		15.582,00	15.582,00	x 6,0	
12	Flockenbildungsbecken zum Einrühren des Flockenhilfsmittel, Nutzvolumen 2-9 m³	Stck.	3.005,40	26.936,88	11.529,99	7
13	Flockungshilfsmittelaufbereitungsanlage einschl. Speicherprogrammierbarer Steuerung (SPS) zum vollautomatischen Betrieb, Nennvolumen bis 1000 l, Leistung bis 0,37 kW, max. Fördermenge 120 l/h, Rührwerksdrehzahl max. 750 / min	Stck.	7.554,51	42.627,00	23.716,22	9

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
14	Flockenwachstumsbecken zum Vergrößern der gebildeten Flocken, Nutzvolumen bis 30 m³	Stck.	7.262,69	33.877,38	16.118,83	7
15	Gerätehaus	Stck.	#	#	#	0
16	H2O2-Lageranlage für H ₂ O ₂ in 50%iger Lösung; zugelassen nach § 19 WHG, Nutzinhalt 2 m³, Betriebsdruck drucklos, ex-geschützte Ausführung (Klasse II b, Temp.-Klasse T4)	Stck.	8.028,92	8.028,92	8.028,92	1
17	H2O2 Dosieranlage, zugelassen nach § 19 WHG, einschl. Umfüllpumpe Lagerbehälter - Dosierbehälter, Fördervolumen ca. 10 l/h, Förderdruck 6 bar	Stck.	10.767,81	13.528,78	10.767,81	2
	nicht ex-geschützt		10.767,81	10.767,81	x 1,0	
	ex-geschützt		13.528,78	13.528,78	x 1,2	
18	Kammerfilterpresse zur mechanischen Schlamm entwässerung, einschl. Untergestell und Speicher-programmierbarer Steuerung (SPS) zum vollautomatischem Betrieb, Leistung max. 32 kW, Durchsatz 0,8-6 m³/h, Filterfläche 25-38 m²	Stck.	188.377,08	404.171,00	181.259,30	7
19	Kiesfilterbehälter	Stck.			1.523,65 *	
20	Klarwasserabzugspumpe einschl. der erforderlichen Armaturen, Druck 2-4 bar, Leistung bis 3,5 kW		1.799,36	10.250,00	5.123,81	12
	Fördermenge:					
	bis 5 m³/h		1.799,36	10.250,00	x 1,0	
	bis 25 m³/h		6.238,36	7.119,04	x 1,3	
21	Lagerbehälter (PEHD) für Herstellung und Lagerung gebrauchsfertiger Lösung für Fällung / Flockung, zugelassen nach WHG, einschl. Auffangwanne, Nennvolumen 1500-4500 l	Stck.	3.048,99	42.273,05	12.132,10	16
22	Leichtphasenabscheider, Nutzvolumen bis 32 m³, Ölsammelraum 2,5-4 m³, Schlamm pufferraum ca. 6 m³	Stck.	25.594,71	49.444,53	38.113,46	5
23	Luftaktivkohleadsorption (für Desorptionsstufe)	Stck.	3.094,02	3.628,40	3.094,02	2
	Durchsatz:					
	20 m³/h		#	#	x #	
	50 m³/h		3.094,02	3.094,02	x 1,0	
	75 m³/h		3.628,40	3.628,40	x 1,1	
	100 m³/h		#	#	x #	
24	Wasseraktivkohlefilter für die Adsorption nicht desorbierbarer Schadstoffe	Stck.	5.251,10	70.285,04	19.730,34	7
	Nutzvolumen gesamt:					
	bis 10 m³		5.251,10	34.660,81	x 1,0	
	bis 60 m³		70.285,04	70.285,04	x 3,5	
25	Lufterhitzer zur relativen Trocknung der Stripp-luft, Leistung 2-20 kW	Stck.	751,54	34.705,33	16.664,83	7

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

- 571 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
35	Sandfilter, manuell rückspülbar inkl. Rückspülpuffer, Volumen 1,5-2 m³, Durchsatz bis 10 m³/h, einschl. Wintersicherung	Stck.	678,00	5.672,20	1.649,17	9
36	Sandfilter für die Filtration nicht sedimentierter Bestandteile, Druckstufe PN 6, Filtersand 0,5-4 mm Volumen gesamt:		5.359,17	96.677,12	45.814,09	7
	< 10 m³		5.359,17	93.332,40	x 1,0	
	> 10 m³		19.831,23	96.677,12	x 1,4	
37	Schallschutz für die Gesamtanlage (nachts max. 45 dB(A) in 30 m Entfernung)	Stck.	534,30	1.482,75	893,30	4
38	Schlammverdicker zum Reduzieren des Schlammvolumens, Konuswinkel 30 - 60°, Nutzvolumen 25-60 m³	Stck.	22.042,95	77.267,99	47.705,63	6
39	Schlammpumpe/Schlammzuführpumpe (Exzen- terschnecke) für Fällung / Flockung, Leistung bis 7,5 kW, einschl. der erforderlichen Armatu- ren Fördermenge:	Stck.	4.639,43	27.027,05	6.456,12	33
	bis 5 m³/h		4.639,43	9.139,72	x 1,0	
	bis 10 m³/h		4.811,61	22.112,11	x 1,3	
	Druck:					
	bis 3 bar		4.639,43	14.560,27	x 1,0	
	bis 15 bar		9.018,50	22.112,11	x 2,1	
40	Schlammstapelbehälter zum Bevorraten des Schlammes, Konuswinkel 30-60°, Nutzvolumen max. 50 m³	Stck.	27.520,76	62.712,00	42.967,69	6
41	Schlammwassersammelbehälter	Stck.			329,27 *	
42	Schräglklärer zum Abscheiden der im Flocken- wachstumsbecken gebildeten Flocken, Nutzvo- lumen 12-50 m³, effektive Fläche 50-60 m², Schlammufferraum 3-5 m³	Stck.	35.161,09	305.014,11	86.210,06	7
43	Spritzwasserbehälter, geschlossen, zur Aufnahme des Spritzwassers der Entlüftungs- ventile, Behälterinhalt 50 l	Stck.	568,05	568,05	568,05	1
44	Ventilator zur Förderung der Strippluft, Leistung bis 11 kW, Fördermenge 1500-4000 m³/h, Druck 0,5-1 bar	Stck.	5.830,21	9.139,72	8.354,00	7
45	Ventilator (Radialventilator) zur Absaugung von Behälter, Leistung 2,5-5,5 kW, Fördermenge 1000-4000 m³/h, Druck max. 4,5 bar	Stck.	2.292,25	35.387,00	12.057,79	4
46	Verdichter (Drehkolben) zur Erzeugung von Druckluft/Spülluft, Druck 0,25-4 bar, inkl. Druck- lufttrockner Elektrische Nennleistung:	Stck.	2.942,33	19.980,00	9.634,48	19
	bis 5,5 kW		2.942,33	19.980,00	x 1,0	
	bis 18,5 kW		9.577,69	19.572,50	x 1,4	
	Fördermenge:					
	bis 500 m³/h		2.942,33	19.980,00	x 1,0	
	bis 1000 m³/h		12.719,88	19.572,50	x 1,7	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
53 06 00	47 Wasservorlagebehälter	Stck.	46,89	7.916,13	952,41	14
	Nenninhalt:					
	bis 10 m³		46,89	1.832,98	x 1,0	
	100 m³		7.342,17	7.916,13	x 7,8	
	48 Zentrifuge zur mechanischen Schlammentwässerung einschl. Untergestell und Speicherprogrammierbarer Steuerung (SPS) zum vollautomatischen Betrieb	Stck.	184.590,02	522.372,00	343.634,69	4
	49 Zulaufspeicher mit Absetzfunktion, Sandfilteranlage und Rückspülwasserbehälter für Bauwasservorbehandlungsanlage	Stck.	4.235,01	114.529,18	52.296,37	11
	Anlagenteile - Vorhalten, Warten und Betreiben					
	01 Dosierstation betreiben inkl. aller Sicherheitseinrichtungen, Materialkosten und Fernüberwachungssystem	Mt	397,96	2.592,54	1.362,89	5
	02 Enteisung					
	Durchsatz 15-20 m³/h					
	vorhalten	Wo	81,59	1.610,57	968,07	19
	betreiben und warten	Wo	273,17	2.399,75	1.233,44	19
	Demontage und Abtransport	Stck.	2.484,88	6.135,50	4.706,02	19
	03 Inspektion des Düsenbodens, Kontrolle aller Filterdüsen, Austausch defekter Filterdüsen	Stck.	130,38	130,38	130,38	1
	04 Luftaktivkohleadsorption (für Desorptionsanlage) vorhalten und betreiben, Durchsatz max. 75 m³/h	d	2,96	14,31	8,64	2
	05 Notstromaggregat betreiben	h	9,97	37,73	16,77	11
	06 Sandfilter, Größe 1,5-2 m³, Durchsatz bis 10 m³/h	Wo	107,38	980,00	505,21	9
	07 Schallschutz für die Gesamtanlage, inkl. Ersatzmaterial vorhalten	Wo	17,15	48,09	30,91	4
	08 Vorlagentank (Gesamtvolumen 60 m³) vorhalten	Wo	140,61	1.533,88	621,30	6
53 07 00	09 Wasservorlagebehälter vorhalten	d	8,75	53,22	9,94	9
	Nenninhalt:					
	12 m³		8,75	13,05	x 1,0	
	100 m³		29,08	53,22	x 3,7	
	Anlagenteile - Mieten					
	01 Kiesfilterbehälter	Mt			560,89 *	
	02 Rückspüleinheit	Mt			182,03 *	
	03 Schlammwassersammelbehälter	Mt			139,58 *	
	04 Vorlagentank	Mt			130,89 *	
	05 Wasseraktivkohlefilter (Volumen 600 l)	Mt			732,17 *	
53 08 00	Fördertechnik					
	01 Austragepumpe liefern, einbauen, anschließen	Stck.			2.965,49 *	
	02 Grundwasserförderpumpen, inkl. Niveausteu- erung, Absperr- und Regelhähne, Wasserzähler, Einbautiefe ca. 9 m, Förderleitung bis 1 m³/h	Mt	72,09	213,13	139,39	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Phasenpumpe (Druckluftpumpe), inkl. Schwimmer und Saugleitung bis zum Ende des Probebetriebes; mit Ölsammelbehälter ca. 1 m³ Volumen, Druck 3-8 bar, Fördermenge 0,05-1 m³/h, Leistung 1,5-2,5 kW, Niveaunachführung max. 5 m Förderhöhe: ca. 9 m ca. 11 m ca. 9 m - 11 m (nachführend) Fördermenge: bis 10 m³/h bis 20 m³/h	Stck.	1.786,29	35.700,00	13.203,42	20
04	Plattenschieber DN 50, PN 10, EN 558-1, Ausführung als Endarmatur mit Handrad und nicht-steigender Spindel, Edelstahl	Stck.	223,74	223,74	223,74	1
05	Pumpe zur Förderung von kontaminiertem Feinkorn-Wasser Gemisch (Leistung 50 m³/h) liefern, ein- und ausbauen	Stck.	936,79	3.321,64	1.864,50	4
06	Pumpstation aus Beton B45 (Schacht DN 1 m, Höhe 2,1 m, Grundschaft, Schachthals) liefern, einbauen, wieder rückbauen und abtransportieren, inkl. Bodenaushub, Nebenarbeiten, Materialien	Stck.	3.245,40	5.617,60	4.389,25	5
07	Regelschieber als Plattenschieber DN 50 mit E-Antrieb einbauen, Gesamteinbaulänge 15,5 m nicht ex-geschützt ex-geschützt	Stck.	2.695,53	3.157,48	2.695,53	2
08	Schmutzwasser-Tauchpumpe (Durchsatz 12-15 m³/h, Förderhöhe bis 7 m) liefern, in Pumpstation einbauen, vorhalten, betreiben, wieder rückbauen und entfernen; inkl. Einpassen Gleitrohre, Anpassen Druckleitung, Anschlüsse, Schaltschrank und Elektroanschlüsse	Stck.	1.409,31	3.872,88	2.107,26	5
09	Unterwassermotorpumpe, Druck 2,5-3,8 bar, Leistung 2,2-7,85 kW, einschl. Steigleitung liefern, ein- und ausbauen	Stck.	230,08	20.392,00	7.909,81	37
10	Unterwassermotorpumpe ein- und ausbauen, inkl. Steigleitung, Verschraubungen und aller Nebenarbeiten	Stck.	361,24	1.786,97	915,56	5
53 09 00	Verrohrung, Anschlüsse					
01	Ablaufleitung DN 200 liefern, einbauen	m	9,02	48,89	22,81	5
02	Ablaufleitung an Aktivkohlefilter anschließen	Stck.	27,05	323,17	182,80	5
03	Druckrohr PEHD PN 10 (DIN 19533) für gereinigtes Abwasser inkl. aller Verbindungen liefern und im vorh. Graben zwischen Sanierungsanlage und Abwasserkanal verlegen (T=0,8 m, inkl. Sandschüttung)	m	3,26	16,91	8,43	5
04	Druckrohr NW 32 PEHD zur Grundwasserförderung liefern und verlegen	m	3,22	8,23	5,32	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Druckrohr PEHD PN 10 (DIN 19533) für kontaminiertes Grundwasser					
	liefern, im Schutzrohr verlegen , anschließen, abbauen und abtransportieren	Stck.	391,14	843,63	632,45	5
	vorhalten und betreiben	mWo	0,06	0,77	0,35	5
06	Druckrohr PEHD PN 10 an vorh. Abwasserkanal DN 150 anschließen	Stck.	101,59	255,65	159,19	5
07	Druckschlauch PN 10 ölbeständig zur Förderung von Leichtflüssigkeiten und Öl- / Wassergemischen					
	liefern, im Schutzrohr verlegen, anschließen, abbauen und abtransportieren	Stck.	516,33	1.037,92	782,26	5
	vorhalten und betreiben	mWo	0,06	0,77	0,37	5
08	Fallrohrleitung DN 50, PN 16, 60,3 mm x 2 mm, liefern und komplett mit Regelschieber und Spindelverlänger einbauen	m	93,91	93,91	93,91	1
09	Schutzrohr PVC DN 150 inkl. aller Verbindungen liefern und im vorh. Graben zwischen Brunnenvorschacht und Sanierungsanlage verlegen (T=0,8 m, einschl. Sandschüttung)	m	4,27	27,61	13,45	5
10	Schutzrohr PVC DN 150 an Brunnenvorschacht anschließen (einschl. Kernbohrung, dichte Ausführung)	Stck.	83,44	369,27	230,23	5
11	Rohrleitung DN 250 zur Ableitung von gereinigtem Wasser in Fluss inkl. Einleitbauwerk und Rohrbrücke über Gehweg liefern, einbauen	m	6,56	7,60	6,93	3
12	Stahlrohrleitung DN 150; mit Schnellverschlusskupplung liefern, mit Gefälle zur Aufbereitungsanlage / Kanalisation verlegen, betreiben, rückbauen, mehrfaches Umverlegen inkl. Material und Wartung	m	3,58	4,50	4,14	6
13	Saug-Druckschlauchleitung 3" (DN 75) flexibel, mit Schnellverschlusskupplung liefern, bauzeitlich vorhalten und anschließen, inkl. Kleinteile, Material und Wartung	m	1,53	1,97	1,80	6
14	Steigrohrleitung DN 50, PN 16, 60,3x2 mm, liefern und komplett mit U-Pumpe einbauen	m	90,98	90,98	90,98	1
15	Zulauf- / Eingangsleitungen mit Zubehör liefern, einbauen	Stck.			2.403,07 *	
16	Zulaufleitung PEHD Da 63 liefern, einbauen	m	10,68	59,31	25,02	5
17	Zulaufleitung (ölbeständig) HDPE Da 25 liefern, einbauen	m	5,69	32,02	17,89	5
18	Zulaufleitung an Reinigungsanlage anschließen	Stck.	40,91	413,16	181,23	10
53 10 00	Elektronische Mess-, Steuer- und Regeltechnik (EMSR)					
	Liefern, Montieren, Rückbauen:					
01	Druckaufnehmer (hydrostatisch) mit Datenlogger liefern, montieren, rückbauen	Stck.	973,18	6.716,00	973,18	4
	Speicherkapazität:					
	128 kByte		973,18	973,18	x 1,0	
	1.024 kByte		6.716,00	6.716,00	x 10,0	
02	Druckaufnehmer (hydrostatisch) mit On-Line-Anbindung an die Steuerung liefern, montieren, rückbauen	Stck.	517,74	4.669,25	2.196,47	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Druckaufnehmer (hydrostatisch) zur Füllstandsüberwachung liefern, montieren, rückbauen; Messbereich 0-1,2 bar	Stck.	248,87	868,87	477,69	6
04	Druckaufnehmer (magnetisch induktiv) zur Kontrolle von Druckbehältern liefern, montieren, rückbauen; Messbereich 0-10 bar	Stck.	309,99	393,29	344,72	3
05	Druckmessgerät für kontinuierliche Druckmessungen in den Förderleitungen von Brunnen zu Aktivkohlefiltern, Messbereich 0 - 3 bar, liefern und betriebsfertig einbauen	Stck.	551,18	551,18	551,18	1
06	Durchflussmesser (magnetisch induktiv) Anlagenzulauf / je Anlagenstrang / Überlauf / Wiederversickerung, Nenndurchmesser DN 50 - DN 150	Stck.	1.645,48	5.309,00	2.489,01	17
07	Durchflussmessgerät (magnetisch-induktiv) in den Förderleitungen von Brunnen zu Aktivkohlefiltern zur Erfassung / Regelung der Fördermengen, Messbereich 0 - 10 m³/h, Genauigkeit mind. 0,2 % vom Messwert	Stck.	803,75	1.495,53	1.107,12	6
08	Durchflussmessgerät (magnetisch-induktiv) in den Infiltrationsleitungen von den Aktivkohlefiltern zur Erfassung / Regelung der Einleitmengen sowie zur Regelung der Dosierpumpe, Messbereich 0 - 10 m³/h, DN 50 PN 16, liefern und betriebsfertig einbauen	Stck.	944,87	944,87	944,87	1
09	Elektroverteilungs- / Schaltanlage liefern, vorhalten, betreiben, abbauen	Stck.	#	#	#	0
10	Füllstandsmessaufnehmer (hydrostatisch) zur kontinuierlichen Füllstandsmessung bei Brunnen, liefern und betriebsfertig einbauen, Messbereich 0 - 3 bar	Stck.	1.102,35	1.102,35	1.102,35	1
11	Handgerät zum Auslesen der Daten aus den Datenloggern und Übertragung der Daten an den Prozessleiter einschl. der erf. Software zum Übertrag / Einbinden der Daten in die Gesamtdatenbank Speicherkapazität:	Stck.	183,74	4.475,00	1.494,55	4
	256 kByte		1.494,55	1.494,55	x 1,0	
	1.024 kByte		4.475,00	4.475,00	x 3,0	
12	Kabel für hohe mechanische Beanspruchung, zwischen Baustromverteiler und Sanierungsanlage, einschl. Masten liefern, über Flur verlegen, anschließen, abbauen und abtransportieren	Stck.	217,32	2.024,72	989,87	5
13	Kabel für hohe mechanische Beanspruchung, zwischen Sanierungsanlage und U-Pumpe im Ölabsaugbrunnen liefern, im Schutzrohr verlegen, anschließen, abbauen und abtransportieren	Stck.	210,24	1.053,26	699,57	5
14	Leckageüberwachung mittels Niveauelektroden, liefern, einbauen, in Betrieb nehmen	Stck.	66,98	337,45	216,53	5
15	Manometer, Bauart nach DIN 16064, Manometerhahn R 1/2", d = 100 mm, Anzeigebereich 0-3 bar, Druckstufe bis 10 bar	Stck.	159,78	159,78	159,78	1
16	Mess- und Regeltechnik liefern, installieren, vorhalten und betreiben	Stck.			2.285,47 *	
17	pH-Wert-Messung einschl. Messwertaufnehmer und Messwertumformer	Stck.	1.465,43	3.884,83	2.509,58	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
18	Pumpensteuerungsanlage in Schaltschrank montiert liefern, betriebsbereit installieren und während der Zeit der Grundwasserreinigung vorhalten	Stck.	773,38	3.563,70	2.469,57	6
19	Sauerstoffmessung einschl. Messwertaufnehmer und Messwertumformer	Stck.	1.395,07	11.593,00	4.303,77	4
20	Schaltschrank zur Aufnahme sämtlicher Schalteinheiten, SPS-Steuerung der Frequenzumformer einschl. Sinusfilter sowie allen erf. Einspeisungen	Stck.	6.647,82	12.266,40	6.647,82	2
	nicht ex-geschützt		6.647,82	6.647,82	x 1,0	
	ex-geschützt		12.266,40	12.266,40	x 1,8	
21	Steuer- und Stromversorgungskabel mit allen Verbindungsstücken liefern und in Rohre einziehen	m	3,75	17,02	8,39	6
22	Steuerkabel für Elektrodensteuerung im Ölabsaugbrunnen liefern, im Schutzrohr verlegen, anschließen, abbauen und abtransportieren	Stck.	132,94	1.053,26	560,50	5
23	Störmelder liefern und einbauen	Stck.			3.190,46 *	
24	Wasserzähler DN 65, liefern und montieren	Stck.	573,93	573,93	573,93	1
	Vorhalten, Betreiben:					
25	Druckaufnehmer (hydrostatisch) mit On-Line-Anbindung an die Steuerung	Mt	9,98	872,00	283,19	4
26	Druckaufnehmer (hydrostatisch) mit Datenlogger	Mt	14,05	1.349,00	431,09	4
27	Durchflussmesser (magnetisch induktiv) Anlagenzulauf / je Anlagenstrang / Überlauf / Wiederversickerung, Nenndurchmesser DN 50 - DN 150	Mt	23,93	2.331,00	351,91	17
28	Handgerät zum Auslesen der Daten aus den Datenloggern und Übertragung der Daten an den Prozessleiter einschl. der erf. Software zum Übertrag / Einbindung der Daten in die Gesamtdatenbank	Mt	5,00	393,00	24,52	4
	Speicherkapazität:					
	256 kByte		24,52	24,52	x 1,0	
	1.024 kByte		393,00	393,00	x 16,0	
29	Kabel für hohe mechanische Beanspruchung, zwischen Baustromverteiler und Sanierungsanlage, einschl. Masten vorhalten und betreiben	mWo	0,18	1,53	0,82	5
30	Kabel für hohe mechanische Beanspruchung, zwischen Sanierungsanlage und U-Pumpe im Ölabsaugbrunnen im Schutzrohr vorhalten und betreiben	mWo	0,03	1,53	0,65	5
31	pH-Wert-Messung einschl. Messwertaufnehmer und Messwertumformer	Mt	34,56	2.032,00	561,81	4
32	Sauerstoffmessung einschl. Messwertaufnehmer und Messwertumformer	Mt	42,91	1.847,00	520,79	4
33	Steuerkabel für Elektrodensteuerung im Ölabsaugbrunnen im Schutzrohr vorhalten und betreiben	mWo	0,03	0,82	0,37	5
53 11 00	Verbrauchs- und Betriebskosten					
01	Stromverbrauch der GW-Behandlungsanlage (Benzin-Ölabscheider + Adsorption)	d	5,62	11,04	7,62	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
02	Abwassergebühren des gereinigten Abwassers	m³	1,53	2,56	1,78	5
53 12 00	Chemikalien und Hilfsstoffe					
01	Eisengranulat zum Einsatz in Polzeifiltern liefern, vorhalten, einbauen, entleeren und entsorgen	t	129,83	4.416,50	2.660,81	6
02	H ₂ O ₂ Erstbefüllung, Wasserstoffperoxid 50%, Befüllung des Lagertanks	Stck.	1.021,56	1.021,56	1.021,56	1
03	Ionentauscherharz Erstbefüllung	m³	5.814,74	7.143,11	6.391,20	3
04	Ionentauscherharz Folgefüllung	m³	2.977,55	3.634,21	3.243,22	3
05	Koalizermaterial des Leichtflüssigkeitsabscheiders austauschen, Entsorgung / Wiederaufbereitung des verbrauchten Materials, Liefern und Einbau von neuwertigem Material inkl. Transportkosten	Stck.	326,20	1.067,58	505,72	5
06	Kies für Filterfüllung, liefern, vorhalten, einbauen, entleeren und entsorgen	t	83,16	597,85	219,66	6
07	Kiesfilter neu befüllen, inkl. Entsorgung und Lieferung	Stck.	51,13	3.599,54	1.415,92	14
08	Luftaktivkohle Erstbefüllung (für Desorption)	kg	1,74	2,81	2,06	7
09	Luftaktivkohle Folgefüllung (für Desorption)	kg	0,91	3,41	2,47	7
10	Sand für Filterfüllung, liefern, vorhalten, einbauen, entleeren und entsorgen	t	0,57	278,30	119,10	6
11	Wasseraktivkohle Erstbefüllung	kg	1,48	2,20	1,65	7
12	Wasseraktivkohle Erstbefüllung, inkl. Einbau, Leeren und Entsorgung	kg	1,60	4,70	2,45	24
13	Wasseraktivkohle Erstbefüllung	m³	626,89	1.431,62	953,49	4
14	Wasseraktivkohle Erstbefüllung, inkl. Rücknahme der beladenen Kohle	psch.	6.979,13	20.796,90	9.139,62	19
15	Wasseraktivkohle Folgefüllung	kg	1,04	2,57	1,78	7
16	Wasseraktivkohle Folgefüllung, inkl. Einbau, Leeren und Entsorgung	kg	1,57	14,66	4,21	25
17	Wasseraktivkohle Folgefüllung, inkl. Einbau, Leeren und Entsorgung	m³	43,36	690,24	366,85	2
18	Wasseraktivkohle Folgefüllung Arbeitsfilter	psch.	51,29	12.889,75	5.100,01	33
19	Wasseraktivkohle Zusatzfüllung Sicherungsfilter	psch.	3.916,28	9.206,96	4.942,11	19
20	Wasseraktivkohle zum Einsatz in Polzeifiltern, liefern, vorhalten, einbauen, entleeren und entsorgen	t	200,02	2.971,13	1.842,03	6
21	Zusatzstoffe für die Enteisung des geförderten Wassers liefern und einsetzen	kg	1,42	4,09	2,76	2
53 13 00	Probenahme Wasser					
01	Beprobung Rohwasser vor Reinigungsanlage, Entnahme von Schöpf- / Zapfproben, inkl. Liefern geeigneter Behälter, Fixierung vor Ort, Protokollierung, Lagerung und Transport ins chem. Labor	Stck.	3,00	52,91	24,86	9
02	Beprobung abgereinigtes Wasser hinter Reinigungsanlage, Entnahme von Schöpf- / Zapfproben inkl. Liefern geeigneter Behälter, Fixierung vor Ort, Protokollierung, Lagerung und Transport ins chem. Labor	Stck.	3,00	293,25	58,86	9

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Probenahme am Zu- und Ablauf der Reinigungsanlage, Analytik durch ein anerkanntes Labor	Stck.	135,49	359,99	283,76	7
04	Eigenüberwachung der Grundwassersanierungsanlage: Wöchentliche Registrierung der Messwerte / Betriebsdaten, Probenahme des gereinigten Abwassers sowie des Prozesswassers	Wo	434,60	1.278,23	770,91	5
53 14 00	Stationäre GW-Behandlungsanlage - Eigennutzer					
01	Adsorption	m³			6,14 *	
	Durchsatz:					
	bis 5 m³/h				x 1,3 *	
	bis 10 m³/h				x 1,0 *	
	bis 20 m³/h				x 0,9 *	
	CSB-Reduzierung um:					
	200 mg/l				x 0,4 *	
	800 mg/l				x 1,0 *	
	1500 mg/l				x 1,6 *	
02	Benzin- / Ölabscheidung	m³			2,04 *	
	Verfahren:					
	mechanisch				x 1,0 *	
	Fällung				x 3,0 *	
03	Biologische Behandlung	m³			8,69 *	
	Durchsatz:					
	bis 5 m³/h				x 1,2 *	
	bis 10 m³/h				x 1,0 *	
	bis 20 m³/h				x 0,9 *	
04	Chemische Oxidation	m³			20,45 *	
	Durchsatz:					
	bis 5 m³/h				x 1,2 *	
	bis 10 m³/h				x 1,0 *	
	bis 20 m³/h				x 0,8 *	
05	Desorption (bezogen auf Zulauf)	m³			9,20 *	
	Durchsatz:					
	bis 5 m³/h				#	
	bis 10 m³/h				#	
	bis 20 m³/h				#	
06	Flockung/Fällung	m³			9,20 *	
	Durchsatz:					
	bis 5 m³/h				x 1,1 *	
	bis 10 m³/h				x 1,0 *	
	bis 20 m³/h				x 0,9 *	
	CSB-Reduzierung um:					
	300 mg/l				x 0,3 *	
	900 mg/l				x 1,0 *	
	1500 mg/l				x 1,7 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
07	Flotation		#	#	#	0
08	Ionenaustausch		#	#	#	0
09	Sedimentation		#	#	#	0
10	Trocknung (bez. auf Zulauf)	m³			71,81 *	
	Durchsatz:					
	bis 0,5 m³/h				x 1,2 *	
	bis 1 m³/h				x 1,0 *	
	bis 2 m³/h				x 0,8 *	
	TS im Zulauf:					
	10 %				x 1,3 *	
	25 %				x 1,0 *	
	40 %				x 0,9 *	
11	Umkehrosmose	m³			12,78 *	
	Durchsatz:					
	bis 5 m³/h				x 1,3 *	
	bis 10 m³/h				x 1,0 *	
	bis 20 m³/h				x 0,8 *	
12	Verdampfung 2- oder 3-stufig (Zulauf)	m³			61,36 *	
	Durchsatz:					
	bis 2 m³/h				x 1,2 *	
	bis 4 m³/h				x 1,0 *	
	bis 6 m³/h				x 0,9 *	
53 15 00	Stationäre GW-Behandlungsanlage - Fremdanbieter					
01	Benzin-/Ölabscheidung		#	#	#	0
02	Biologie / Flockung-Fällung / Adsorption	m³			32,72 *	
03	Biologie / Adsorption	m³			23,52 *	
04	Biologie / Chemische Oxidation	m³			34,26 *	
05	Biologie / Umkehrosmose / Verdampfung / Trocknung	m³			58,80 *	
06	Flotation		#	#	#	0
07	Sedimentation		#	#	#	0
08	Ionenaustausch		#	#	#	0
09	Umkehrosmose	m³			14,32 *	
10	Umkehrosmose / Trocknung / Strippen	m³			34,77 *	

53 00 00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

* Daten aus LB 1997 / 1998

54 Dränarbeiten und Entwässerungskanäle

54.1 Dränarbeiten

54.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Der Leistungsbereich umfasst alle Leistungen zur flächenhaften Sammlung und Ableitung von Niederschlags- und Sickerwässern im Zusammenhang mit Sicherungsmaßnahmen.

Die ATV DIN 18308 "Dränarbeiten" gilt für

- Dränung mit Rohren bis einschließlich Nennweite 200,
- rohrlose Dränung und
- Unterbodenmeliorationen

im Landschaftsbau, bei Sportplätzen, bei landwirtschaftlich genutzten Fläche und zum Schutz von baulichen Anlagen. Sie gilt bei landwirtschaftlich genutzten Flächen und im Landschaftsbau auch für die dazugehörigen Erdarbeiten.

Die ATV DIN 18308 gilt nicht

- für das Herstellen von geschlossenen Entwässerungskanälen (siehe Kapitel 54.2),
- für die Entwässerung von Verkehrsflächen.

Bei Dränarbeiten für landwirtschaftlich genutzte Flächen werden die Bodenarten nach DIN 4220 „Bodenkundliche Standortbeurteilung – Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen)“ benannt. Bei Dränarbeiten im Landschaftsbau werden die Bodengruppen der Vegetationsschicht nach DIN 18915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten“, die darunter liegenden Bodengruppen nach ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“ bezeichnet.

Sofern nichts anderes vereinbart ist, bleibt die Wahl des Bauverfahrens und –ablaufs dem Auftragnehmer überlassen.

Dränarbeiten sind entsprechend ihrer Zweckbestimmung nach folgenden Regelwerken auszuführen:

- für landwirtschaftlich genutzte Flächen nach DIN 1185-3 „Dränung – Regelung des Bodenwasser-Haushaltes durch Rohrdränung, Rohrlose Dränung und Unterbodenmelioration, Ausführung“
- für Vegetationsflächen nach den Grundsätzen des Landschaftsbaus nach DIN 18915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten“
- für Sportplätze nach DIN 18035-3 „Sportplätze – Entwässerung“
- für den Schutz baulicher Anlagen nach DIN 4095 „Baugrund – Dränung zum Schutz baulicher Anlagen – Planung, Bemessung und Ausführung“

54.1.2 Kostenermittlung

54.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Im Leistungsverzeichnis sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorzusehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Rohrdräne liefern und verlegen	m	
rohrlose Dräne herstellen	m	
Ummanteln der Dränrohre mit Filterstoffen einschl. Liefern der Stoffe	m	m ³
Form- und Verbindungsstücke liefern und einbauen	Stck.	
Schächte und Kontrolleinrichtungen liefern und einbauen	Stck.	

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Bei Dränungen für landwirtschaftlich genutzte Flächen und im Landschaftsbau umfassen die Dränarbeiten auch die dazugehörigen Erdarbeiten.

54.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- und Sickerwasser
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 35-00-00	Straßen, Wege, Gleise
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser, Schichten- und Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung

54 10 00 Dränarbeiten

- 585 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

54 10 00 Dränarbeiten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	06 Verdichtungsfähigen Füllboden liefern, Schluffgehalt < 5%, Ungleichförmigkeitsgrad > 3%, Zuordnungswert Z 0 (LAGA)	m³	6,47	10,34	8,16	6
	07 Schlitzdrän, Aushubtiefe = 30 cm, Breite <= 10 cm; Dränmaterial Kies 16/32	m	#	#	#	0
	08 Drängräben mit Dränmaschinen, Maulwurfdräne		#	#	#	0
	09 PE-Folie als temporäre Abdeckung eines fertigen Drängrabens liefern und verlegen	m²	0,80	10,04	3,83	12
54 13 00	Mineralische Drän- und Filterschichten					
	01 Filterkies 0/32 liefern	m³	18,75	25,92	22,25	6
	02 Filterkies 16/32, ausbauen	m³	0,44	53,76	6,79	19
	03 Filterkies 4/32 liefern und einbauen	m³	1,51	57,47	12,49	25
	04 Filterkies 16/32 liefern und einbauen, d = 0,20 m	m³			58,80 *	
	05 Filterkies 16/32 liefern und einbauen, d = 0,30 m	m³	17,29	28,30	22,71	6
	06 Filterkies 16/32 liefern und einbauen, d = 0,40 m	m³	16,81	42,70	28,72	24
	07 Filtersand-Filterkies-Gemisch 0/32 liefern und einbauen, d=0,3 m	m³	14,93	80,68	47,11	17
	08 Filterkies 32/63 liefern und einbauen, als Spritzschutz über Kiesfilter, d = 20 cm	m³			73,00 *	
	09 Naturstein gebrochen 0/56 liefern und einbauen	m³			35,79 *	
	10 Sickerpackung mit Ummantelung aus Geotextilien liefern und einbauen	m³	1,03	7,77	4,15	5
	11 Sickerpackung mit Ummantelung aus Kokosfaser liefern und einbauen	m³	#	#	#	0
	12 Filterstabile Sickerpackung aus Kiessand 0/32, für Leitung DN 100-200; Anschluß an Frostschutzschicht	m			12,27 *	
	13 Aufbereitetes Bodenmaterial (Bkl. 1-3), 16/32, liefern und in Lagen von je 30 cm profilgerecht einbauen und verdichten	m³	23,79	37,54	29,90	11
	14 Sickerpackung aus aufbereitetem Bodenmaterial (Boden / Auffüllung) zwischentransportieren und einbauen, Bkl. 1-2, Körnung 16/32	m³	0,16	7,62	2,70	22
	15 Filtersand 0/4 liefern und einbauen	m³	14,93	74,65	46,77	6
	16 Bettungssand 0/2 liefern	m³	9,02	17,46	14,28	5
54 14 00	Geotextile Drän- und Filterschichten					
	01 Geotextil liefern und im Drängaben verlegen	m²	0,10	17,89	0,74	42
	Material:					
	PE-weich-Abdichtungsbahn		#	#	x #	
	geotextilem Filter		#	#	x #	
	Filterflies PP (200 g/m²)		4,52	17,89	x 8,0	
	Trennflies (≥ 170 g/m²)		0,10	2,53	x 0,5	
	Trennflies (≥ 200 g/m²)		0,35	2,38	x 1,0	
	02 Trennflies liefern (> 170 g/m²)	m²	0,27	2,53	0,81	19

LB-AF Nr. Leistungsbereich

54 10 00 Dränarbeiten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	03 Filterflies PP liefern und verlegen, (220 g/m ² , Geotextilrobustheitsklasse 2)	lfm	2,50	9,41	4,99	5
	04 Filtermantel aus Geotextil; Durchlässigkeitsbeiwert k_v mind. 0,1 cm/s	m ²			4,86 *	
	05 Filtermantel aus Kokosfaser; b = 0,5 m Dicke:	m			6,90 *	
	1 - 2 cm				x 0,85 *	
	2 - 3 cm				x 1,0 *	
	> 3 cm				x 1,1 *	
54 15 00	Dränrohre					
	01 Dränrohr PVC-U, DN 80, kokosummantelt liefern	m	1,05	16,46	3,11	19
	02 Dränrohr PVC-U, DN 80, kokosummantelt einbauen	m	0,05	4,34	1,60	19
	03 Dränrohr PVC-U, DN 80, kokosummantelt ausbauen	m	0,10	4,35	1,57	19
	04 Dränagerohr DN 150 liefern und verlegen	m	13,85	55,42	33,77	5
	05 Dränagerohre DN 200 liefern und verlegen, Teilsickerrohr, Form B-F nach DIN 4262 Teil 1, Auflager nach DIN 4033 aus Sand oder Kies- sand 0/8 herstellen, incl. Steckmuffen, Verlege- tiefe ca. 0,50 m uGOK, Verlegung im Wasser	m	15,39	61,62	30,18	6
	06 Dränleitung als Vollsickerrohr liefern, im Gefälle (mind. 0,5%) verlegen, einschl. Kiespackung Material:	m	1,84	48,30	15,16	88
	flexibles, fliesummanteltes PE-HD Wellrohr (Vollfilterflies > 80 g/m ²)		8,51	26,37	x 1,3	
	PVC hart DIN 1187		1,84	48,30	x 1,0	
	Beton DIN 4032				x 1,0 *	
	vollporöser, haufwerksporiger Beton				x 1,15 *	
	Ton DIN 1180				x 0,7 *	
	Steinzeug DIN 1230		#	#	x #	
	Größe:					
	DN 100		1,84	37,55	x 0,8	
	DN 125				x 0,9 *	
	DN 150		6,65	48,30	x 1,0	
	DN 200		6,16	40,90	x 1,0	
	DN 250				x 1,1	
	Kokosummantelung 25 mm				x 1,1 *	
	07 Sammelleitungen PVC DN 150 liefern und im Gefälle (mind. 0,5%) verlegen	m	6,70	32,71	16,35	11
	08 Drainage-Verbindungsrohr liefern und verlegen	m	15,49	149,04	44,43	10
	DN 150		15,49	140,61	x 1,0	
	DN 350		35,15	149,04	x 1,7	
	09 Ringdränagesystem / Schacht- und Rohrlei- tungsbau RAL-Gütezeichen	m			76,18 *	
54 16 00	Formstücke					
	01 Abzweig 90° (T-Stück)	Stck.			12,78 *	
	02 Bogen für Filterrohr	Stck.			10,74 *	
	03 Doppel-T-Abzweig 87° DN 100 PVC	Stck.	10,23	31,78	21,58	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich

54 10 00 Dränarbeiten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
04	Dränage-Endstopfen, Verschlusskappe DN 100 DN 150 DN 350	Stck.	7,26 8,46 7,26 5,49	84,36 37,55 84,36 74,24	16,50 x 1,0 x 1,6 x 2,1	16
05	Einlauf- / Auslaufstück	Stck.	139,17	139,17	139,17	2
06	PVC Formstücke, verschiedene Gradzahlen DN 100 DN 150 DN 250	Stck.	3,80 3,80 6,30 7,20	250,00 25,00 40,00 250,00	10,46 x 1,0 x 1,9 x 14	12
07	Reduzierstück DN 200/100	Stck.			11,50 *	
08	Rohrdurchlass DN 300	Stck.	37,67	37,67	37,67	1
09	Verbindungsstück, Vollrohr mit einseitiger Muffe zur Verrohrung zwischen Tiefpunkt und Vorflut Material: PVC hart DIN 1187 Beton DIN 4032 vollporöser, haufwerksporiger Beton Ton DIN 1180 Steinzeug DIN 1230 Größe: DN 100 DN 125 DN 150 DN 200	Stck.			10,48 * x 0,85 * x 1,0 * x 1,15 * x 0,95 * x # x 1,0 * x 1,15 * x 1,3 * x 1,6 *	
10	Winkel 90°	Stck.			11,25 *	
54 17 00	Betriebs- und Kontrolleinrichtungen, Schachtbauwerke, Anschlüsse					
01	Dränausmündung von Sammler (DIN 1185 Teil 3) an vorhandenen Kanal aus Beton anschließen; einschl. Herstellung der Anschlussöffnung, DN 150	Stck.			240,31 *	
02	Anschlussstück für den Anschluss der Dränageleitung an vorhandenen Kanal- / Leitungsstutzen	Stck.			31,70 *	
03	Leitungsanbindung an ein bestehendes Schachtbauwerk (Regenwassersammler), Kernbohrung zum Anschluß der PVC-Leitung DN 150	Stck.	112,81	1.163,29	352,67	16
04	Leitungsverschluss inkl. aller Material- und Lohnkosten Dränrohr DN 200 Vollrohr DN 250	Stck.	24,20 24,20 32,40	137,22 116,80 137,22	90,59 x 1,0 x 1,0	15
05	Dränpülrohr	Stck.	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

54 10 00 Dränarbeiten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
06	Schachtbauwerk aus Stahlbeton liefern und fachgerecht einbauen (DN 1000; sulfatresistent; Schachtabdeckung ohne Lüftungsöffnung, Steigeisengang DIN 1212-E), einschl. Anschluss an Dränleitung und Stahlbetonfundament als Anfangsschacht DN 1000; Schachtrohrlänge inkl. Boden- und Deckenplatte:	Stck.	822,16	18.860,99	3.153,99	17
	L = 3,5 m		822,16	18.860,99	x 1,0	
	L = 7,0 m		1.037,41	12.418,64	x 1,7	
	als Zwischenschacht DN 1000; Schachtrohrlänge inkl. Boden- und Deckenplatte:	Stck.	822,16	12.234,04	3.120,57	24
	L = 3,5 m		822,16	7.116,96	x 1,0	
	L = 5,5 m		902,43	10.094,22	x 1,5	
	L = 6,0 m		969,92	10.590,42	x 1,6	
	L = 6,5 m		997,02	12.234,04	x 1,7	
	als Pumpschachtbauwerk DN 2000 (Endschacht); inkl. Pumpensumpf, HDPE Steigleitung und Weiterführung mit Rückschlagklappe in die Ablaufleitung; Schachtrohrlänge inkl. Boden- und Deckenplatte:	Stck.	4.528,00	20.950,23	12.218,37	6
	L = 6,0 m		4.528,00	20.950,23	x 1,0	
07	Sammel- und Beprobungsschacht für Grundwasser, Betonfertigteile DN 1000, mit zugehörigen Pumpen und Ableitung, liefern und einbauen, unterhalten und betreiben	Stck.	378,25	4.296,95	1.813,28	11
08	Sickerwassersammelschacht aus Betonfertigteilen DN 1000 einschl. Erdarbeiten, lage- und höhengerecht inkl. aller Nebenleistungen herstellen	Stck.	1.964,48	3.627,62	2.407,62	11
09	Sammelschacht für Niederschlagswasser aus Betonfertigteilen DN 1500 liefern und einbauen, H = 1,50 m, Bodenteil in wasserdichter Ausführung	Stck.	250,00	1.989,77	1.149,34	11
10	Revisionsschacht aus Betonfertigteilen zum Anschluss der Dränleitungen an die Sickerwasserringleitung liefern, einbauen und anschließen, tagwasserdichte Abdeckung, Steigeisen DIN 1212, Arbeitsraumverfüllung mit Kiessand	Stck.	519,90	4.910,96	986,56	31
	DN 1000		519,90	1.501,69	x 1,0	
	Tiefe ca. 2,0 m					
	DN 1200		599,19	4.333,20	x 1,9	
	Tiefe ca. 2,0 m					
	DN 1200		678,42	4.910,96	x 2,2	
	Tiefe ca. 2,5 m					
11	Übergabeschacht aus Betonfertigteilen, inkl. Sauberkeitsschicht, Schachtdichtung, Schachtabdeckung, Steigeisen DIN 1212, Höhe 1,60 m liefern und einbauen	Stck.	1.531,93	2.225,48	1.943,36	5
12	Dränkontrollschacht als Schlamm- und Sandfang, DIN 1185 Teil 3 einschl. Erdarbeiten	Stck.			158,50 *	
13	Dränkontroll- und Sammelsschacht DN 315, PVC-U, mit 3-facher Rohranschlussmöglichkeit DN 100 / DN 150 am Fußpunkt liefern und einbauen	Stck.	153,22	655,43	332,86	11
14	Dränkontrollschacht-Aufsetzrohre einschl. Erdarbeiten zur Verlängerung der Kontrollschächte; Nutzhöhe h = 110 cm	Stck.			66,47 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

54 10 00 Dränarbeiten

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	15 Beobachtungspegel; Bohrenddurchmesser = 168 mm; Filter- und Aufsatzrohr aus PVC; Filterschüttung aus Quarzsand; Schichtenverzeichnis, Ausbauplan; T = 8,0 m; davon: Filterrohr = 7,0 m; Vollrohr = 1,0 m	Stck.			1789,52 *	
	16 Liefern und Einbau eines mechanischen zweistufigen Rückstauverschlusses nach DIN 1997	Stck.	37,32	2.022,15	842,74	6
	17 Grabenanschluss an Rohrdurchlass herstellen (DN 300)	Stck.	446,60	446,60	446,60	1
	18 Grabenanschluss an Schacht herstellen	Stck.	124,26	124,26	124,26	1
54 18 00	Drän- und Filterwände, Speicherbecken					
	01 Dränwand als Trockenmauer aus haufwerksporigen Steinen	m²	#	#	#	0
	02 Dränwand aus haufwerksporigem Beton	m²	#	#	#	0
	03 Filterwand aus Polystyrolplatten, d = 7 cm	m²			10,99 *	
	04 Senkrechte Dränschicht aus Geotextilien	m²	#	#	#	0
	05 Baugrube für Speicherbecken herstellen (t = 1 m)	m³	1,59	7,11	3,35	19
	06 Planum für Speicherbecken herstellen	m²	0,19	1,89	0,80	19
	07 Frostschuttschicht für Speicherbecken herstellen	m³	0,61	29,76	8,46	19
	08 Asphalttragschicht für Speicherbecken herstellen (Sohle), Mischgut 0/16, B80	m²	8,05	35,02	14,82	38
			8,05	25,10	x 1,0	
			10,61	35,02	x 1,5	
	09 Trennwand zwischen Schlammfang und Speicherbecken, l = 33 m, h = 1,20 m	psch	256,49	11.530,46	4.540,22	19
	10 Rückbau des Speicherbeckens	psch	496,21	35.118,34	8.875,21	19
54 19 00	Wartung, Instandhaltung					
	01 Dränleitung reinigen mit Druckspülgerät	m	0,54	8,10	2,21	19
	02 Kamerabefahrung der Dränagerohre einschl. Befahrungsprotokoll	m	0,71	4,94	2,08	19
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

54.1.3 Literatur

ATV A 139: Richtlinien für die Herstellung von Entwässerungskanälen und –leitungen.

ATV DIN 18306: Entwässerungskanalarbeiten.

ATV DIN 18308: Dränarbeiten.

ATV M 127, Teil 1: Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungsleitungen für Sickerwasser aus Deponien, Ergänzung zum Arbeitsblatt ATV A 127.

DIN 1180: Dränrohre aus Ton – Maße, Anforderungen, Prüfungen.

DIN 1185-3: Dränung – Regelung des Bodenwasser-Haushaltes durch Rohrdränung, Rohrlose Dränung und Unterbodenmelioration.

DIN 1187: Dränrohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-hart) – Maße, Anforderungen, Prüfungen.

DIN 4032: Betonrohre und Formstücke – Maße, Technische Lieferbedingungen.

DIN 4034: Schächte aus Beton- und Stahlbetonfertigteilen.

DIN 4095: Baugrund – Dränung zum Schutz baulicher Anlagen – Planung, Bemessung, Ausführung.

DIN 18035-3: Sportplätze – Entwässerung.

DIN 18915: Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten.

DIN EN 1401-1: Kunststoffrohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und –leitungen – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem

DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen.

54.1.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

54.2 Entwässerungskanäle

54.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die ATV DIN 18306 "Entwässerungskanalarbeiten" gilt für das Herstellen von geschlossenen Entwässerungskanälen, von Grundleitungen der Grundstücksentwässerung im Erdbereich, auch unter Gebäuden, einschließlich der dazugehörigen Schächte.

Sie gilt auch für das Herstellen von dichten Vorflutleitungen von Dränungen mit Rohren über Nennweite 200 (vgl. Kapitel 54.1).

Die ATV -DIN 18306 gilt nicht für

- die bei der Herstellung der Kanäle, Leitungen und Schächte auszuführenden Erdarbeiten (s. LB 30-00-00),
- Verbauarbeiten (s. LB 23-00-00),
- Rohrvortriebsarbeiten (siehe ATV DIN 18319 "Rohrvortriebsarbeiten"),
- das Herstellen von Entwässerungsleitungen innerhalb von Gebäuden (siehe ATV DIN 18381 "Gas-, Wasser- und Abwasser-Installationsarbeiten innerhalb von Gebäuden"),
- Rohrleitungen in Schutzrohren und Rohrkanälen.

Die Ausführung von Entwässerungskanälen, -leitungen und Schächten sowie die Dichtheitsprüfungen erfolgen nach DIN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“. Für die Wasserdichtheitsprüfung gilt zusätzlich das Arbeitsblatt ATV A 139 „Richtlinien für die Herstellung von Entwässerungskanälen und -leitungen“.

Entwässerungskanäle, -leitungen und Schächte aus Mauerwerk sind mit Kanalklinkern nach DIN 4051 „Kanal-klinker – Anforderungen, Prüfung, Überwachung!“ herzustellen und voll zu verfugen. Bei der Ausführung in Ortbeton sind die Anlagenteile mit glatter Innenfläche zu erstellen.

54.2.2 Kostenermittlung

54.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Im Leistungsverzeichnis sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorzusehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Entwässerungskanäle und -leitungen liefern und einbauen	m	
Form- und Verbindungsstücke liefern und einbauen	Stck.	
Schächte, Fertigteile und Kontrolleinrichtungen liefern und einbauen	Stck.	
Sohlschalen und -platten liefern und verlegen	m	m ²
Druck- und Dichtheitsprüfungen durchführen	Stck.	

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Bei Abrechnung nach Längenmaß werden die Achsenlängen zugrunde gelegt.

- Bei Entwässerungskanälen und -leitungen aus vorgefertigten Rohren wird die lichte Weite von Schächten abgezogen, Formstücke werden übermessen.
- Bei Entwässerungskanälen aus vorgefertigten Rohren mit Schachtaufbauten und bei gemauerten sowie betonierten Entwässerungskanälen wird die lichte Weite der Schächte übermessen.
- Die Schachttiefe wird von der Auflagerfläche der Schachtabdeckung bis zum tiefsten Punkt der Rinnensohle gerechnet.

54.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- und Sickerwasser
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 35-00-00	Straßen, Wege, Gleise
LB 52-00-00	Fassung und Entnahme von Grundwasser, Schichten- und Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
54 20 00 Entwässerungskanäle

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten-
			min	max	mittel	anzahl
54 21 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten und Räumen der maßnahmen-spezifischen Baustelle, Vorhalten der maßnah-menspezifischen Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
54 22 00	Grabenaushub					
01	Leitungsgräben ausheben und wiederverfüllen; Aushubtiefe t:	m³	2,10	92,70	15,14	87
	bis 3 m		2,10	92,70	x 1,0	
	bis 5 m		15,00	31,01	x 1,4	
	Bodenklasse:					
	Bkl. 2		2,32	37,80	x 1,2	
	Bkl. 3-5		2,10	92,70	x 1,0	
	Bodenklasse 6				x 1,7 *	
	Zuschlag:					
	Aushub kontaminierter Boden		9,10	42,20	x 1,6	
02	Trassenband verlegen	m	0,06	1,63	0,60	18
54 23 00	Entwässerungsleitungen, Druckrohre					
01	Betonsohlschale B = 0,60 m , H ≥ 0,12 m liefern und gefällegerecht (0,5 %) in Magerbeton setzen	m	21,12	47,73	36,40	11
02	Rohraufleger für Rohrleitung DN 300 herstellen	m	2,10	2,10	2,10	1
03	Betonrohr (bis DN 300; als Abwasserkanal) in vorhandenen Straßengraben verlegen	m	19,49	218,87	61,77	23

LB-AF Nr. Leistungsbereich
54 20 00 Entwässerungskanäle

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
04	Steinzeugrohrleitung DIN EN 295, Verbindungssystem C liefern und verlegen	m	10,00	76,69	25,21	22
	DN 150	m	10,00	61,36	x 1,0	
	DN 250	m	20,00	76,69	x 1,5	
05	PVC-hart Rohre nach DIN 19534 liefern und waagrecht verlegen mit Steckmuffe, inkl. Auflager, Verdichten und Planieren	m	8,52	94,36	36,02	12
06	PVC-hart Rohre nach DIN 19534 liefern und senkrecht verlegen mit Steckmuffe, inkl. Auflager, Verdichten und Planieren	m	9,61	28,12	20,15	6
07	KG-Rohre einschl. liefern und verlegen, einschl. aller Formstücke und Nebenarbeiten	m	8,04	159,96	21,07	67
	DN 100 / 150	m	8,04	159,96	x 1,0	
	DN 200	m	11,49	84,30	x 2,0	
08	Verbinden der vorhandenen KG-Rohre mit den neu eingebauten Rohren	Stck.	24,54	132,94	56,04	6
09	Vollmantelrohr PEHD DN 300 liefern und verlegen als Ablaufleitung im Freispiegelgefälle inkl. sämtlicher Anschlüsse, Verbindungsstücke, Materialien, Erdarbeiten	m	19,29	61,55	40,04	6
10	Verzinktes Rohr DN 100 (Regenwasserzuleitung) einschl. aller Bögen und Abzweige liefern, lage- und profilgerecht einbauen und Abdichten der Steckmuffen mittels Rolllring inkl. aller Nebenarbeiten	m	13,00	173,64	70,39	5
11	Zulage für erforderliche Rohrleitungsdurchbrüche verschiedener Durchmesser	psch.	298,75	516,84	373,79	5
12	PEHD-Druckrohre PN 6 liefern und verlegen	m	3,90	31,78	8,14	18
	DA 25 mm		3,90	20,22	x 1,0	
	DA 32 mm		4,18	31,78	x 1,3	
13	PEHD-Druckrohre PN 10 liefern und verlegen, DA 160 mm, inkl. Lieferung und Einbau von Kiessand und Füllboden	m	16,11	40,34	24,97	19
14	Bogen PEHD verlegen, DA 160 mm	Stck.	84,36	231,10	123,67	54
	90°		84,36	219,48	x 1,0	
	45°		84,36	207,76	x 0,95	
	30°		84,36	231,10	x 0,9	
15	Verbinden der vorhandenen PEHD-Druckrohre mit den neu eingebauten Druckrohren	Stck.	10,02	84,36	47,12	6
54 24 00	Formstücke					
01	Abzweige Steinzeug, 250 / 150, 45°, Verbindungssystem C liefern und verlegen	Stck.	31,42	86,79	60,57	11
02	Abzweige Beton, 300 / 200, Verbindungssystem C liefern und verlegen	Stck.	31,03	122,71	80,55	11
03	Bögen Steinzeug, 45°, DN 150 und 200, Verbindungssystem F liefern und verlegen	Stck.	20,00	56,55	34,00	11
04	Verschlusssteller Steinzeugformstücke, DN 150 und DN 200 liefern und verlegen	Stck.	8,40	46,02	18,66	11
05	Formstücke aus PVC-hart Rohren nach DIN 19534	Stck.	6,11	140,51	14,25	24
	Abzweig 150/150, 45°		10,00	23,80	x 1,0	
	Überschiebmuffen		8,00	21,04	x 0,8	
	Bogen 45°- 90°		8,00	19,54	x 0,8	
	Bogen bis 45°		6,11	140,51	x 5,0	
06	Absperrschieber, Länge bis 4,3 m, mit Einbau in PVC-Leitung	Stck.	220,47	584,00	463,79	6
07	Form- und Verbindungsstück für Flanschverbindung in PVC-Rohrleitungen	Stck.	83,03	337,63	168,83	6
08	Straßenkappe inkl. Tragplatte DIN 19720	Stck.	13,17	220,00	73,71	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich
54 20 00 Entwässerungskanäle

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
54 25 00	Betriebs- und Kontrolleinrichtungen, Schachtbauwerke, Anschlüsse					
01	Schachtunterteil liefern und auf Unterbeton 20 cm setzen, B25, inkl. Steigeisen, Bankett aus Kanalklinkern gem. ATV A 241	Stck.	310,68	914,04	404,65	11
02	Schachtunterteil Beton liefern und setzen, einschl. Öffnungen und Muffen für Rohranschlüsse	Stck.	200,00	1.842,75	689,73	29
03	DN 1000		255,65	1.661,70	x 1,0	76
	DN 1500		200,00	1.842,75	x 1,1	
	Schachtring Beton DN 1000, gem. DIN 4034, liefern und einbauen	Stck.	32,81	1.457,18	111,90	
	DN 1000, H = 250 mm		32,81	997,02	x 1,0	
	DN 1000, H = 500 mm		53,16	1.457,18	x 1,3	
03	DN 1500, H = 500 mm	Stck.	150,00	450,00	x 2,7	
04	Auflagering Beton, gem. DIN 4034, d = 625 mm, Höhe 40 mm, liefern und einbauen	Stck.	15,85	120,30	38,32	11
05	Auflagering Beton, verschiebesicher, lichter DU 800 mm, Höhe 80 mm liefern und in Mörtel versetzen	Stck.	17,90	756,71	104,03	19
06	Ausgleichsring aus Beton, H = 5 cm, liefern und einbauen	Stck.	9,84	77,51	30,37	17
07	Schachthals gem. DIN 4034, d = 1000 / 625 mm, h = 600 mm, liefern und einbauen	Stck.	41,01	166,22	95,92	11
08	Schachthals gem. DIN 4034, d = 1500 / 625 mm, h = 500 mm, liefern und einbauen	Stck.	220,00	574,88	345,50	4
09	Schachtabdeckung liefern und einbauen (mit Rahmen und Schmutzfänger)	Stck.	44,00	358,20	202,29	21
10	Klasse B nach EN 124/ DIN 1229		44,00	242,60	x 0,9	25
	Klasse D nach EN 124/ DIN 1229		76,69	358,20	x 1,0	
	Schachtabdeckung für DN 1000, lichte Öffnung 800 mm, H = 120 mm, liefern und, inkl. Dichtungsband und bit. Anstrich	Stck.	102,26	3.297,83	316,35	
11	Schachtabdeckung A15, lichte Öffnung 800 mm, liefern und einbauen	Stck.	144,95	1.268,00	362,65	24
12	Entlüftungsventil liefern und einbauen	Stck.	178,95	2.150,34	704,99	19
13	Betonschacht DN 1000 liefern und einbauen, max. Tiefe des Schachtes 4 m, inkl. Schachtabdeckung aus Beton und Schmutzfänger, Auflager aus B 15; inkl. Bodenaushub, Anschlüsse, Nebenarbeiten und Materialien	Stck.	620,20	8.958,17	2.560,00	15
14	Betonschacht (Kanal) DN 1000 Brückenklasse 60, DIN 1072 liefern und normgerecht einbauen einschl. aller Materialien und Hilfsmittel	Stck.	562,45	3.177,70	1.387,17	6
15	Betonschacht DN 400 liefern und einbauen, Schachttiefe bis 2 m; Auflager aus B15; inkl. Abdeckung, Steigeisen und aller Anschlüsse	Stck.	516,84	2.560,78	2.009,12	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich

54 20 00 Entwässerungskanäle

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
54 26 00	Dichtheitsprüfungen					
01	Durchführen von Druckprüfungen nach ZTV-WA für PE-Leitungen Prüfdruck 1,5xNennndruck	Stck.	12,53	843,63	227,53	28
02	Druckprüfung für PVC-hart Leitung	m	2,14	5,10	3,51	6
03	Innendruckprüfung für Druckleitung	psch.	124,06	5.368,56	1.240,32	20
04	Rechnergesteuerte Wasserdichtheitsprüfung DIN EN 1610 mit automatischer Protokollführung, DN 250 und DN 300	Stck.	0,71	1.290,45	392,84	17
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

54.2.3 Literatur

Literaturhinweise finden sich im Kapitel 54.1.3.

54.2.4 Information über Leistungsanbieter

Hinweise finden sich im Kapitel 54.1.4.

55 Thermische Behandlung (on-site / off-site)

Thermische Verfahren sind in erster Linie zur Reinigung von Böden geeignet, die mit organischen Kontaminationen wie KW, PAK, PCB, EOX, aber auch mit flüchtigen anorganischen Verbindungen wie z. B. Cyaniden und Schwermetallen mit niedrigem Siedepunkt (Quecksilber) belastet sind. Die Kosten für die thermische Behandlung sind primär abhängig von der Bindigkeit/Homogenität des Bodens, dem Feuchtegehalt sowie dem Schadstoffinventar. Ab Wassergehalten von 10 % kann bei der Verbrennung eine Vortrocknungsstufe erforderlich werden. Mit steigenden Anteilen an Schwermetallen erhöhen sich die Kosten der Abluftfilterreinigung bzw. -entsorgung. Außerdem ist bei stark inhomogenen Böden und hohen Schlackeanteilen mit erhöhten Energieaufwendungen und längeren Ofenverweilzeiten zu rechnen. Zusätzlich zu veranschlagende Aufwendungen ergeben sich aus den Kosten für die Deponierung der hochbelasteten Reststoffe (Filterkuchen, Filterstäube, Schlacken).

Die in den jeweiligen Kostenmodulen angegebenen Emissionsfaktoren dienen zur Abschätzung der emittierten Stoffmengen. Bei der Ermittlung der Emissionsfaktoren werden folgende Bewertungsmerkmale berücksichtigt (aus Bracke, R.: Auswahlkriterien für Sanierungstechniken und Ermittlung maßgeblicher Leistungen bei der Sanierung von Altlasten, ECOS Umwelt GmbH Technische und wissenschaftliche Schriften Band 2, 1995):

- die Wahrscheinlichkeit der Freisetzung aufgrund der *Verwendungsart* der Stoffe,
- die Wahrscheinlichkeit der Freisetzung aufgrund deren *Verwendungsdauer*,
- die Wahrscheinlichkeit der Freisetzung aufgrund der *Menge* der Einsatz-, Betriebs- und Reststoffe.

Die Grundkonzeption einer thermischen Bodenbehandlungsanlage besteht aus der Sortierung und Zerkleinerung (25-50 mm), der Vortrocknung, dem Ofenteil und der Kühlung sowie den Anlagen zur Abluftreinigung. Der gereinigte Boden weist keine biologische Aktivität mehr auf. Bei der Verwertung des thermisch behandelten Bodens als Vegetationsschicht ist eine Anreicherung mit Humus erforderlich.

Die im Kapitel 55.3 beschriebenen Kosten umfassen alle für die thermische Bodenreinigung erforderlichen Leistungen von der Klassierung und Zerkleinerung bis hin zur Abluftreinigung.

Das Leistungsregister im Kapitel 55.3.2.2 stellt die Leistungen aller thermischen Behandlungsverfahren zusammenfassend dar.

55.1 Pyrolyse

55.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Als Pyrolyse wird die thermische Behandlung des Bodens unter weitgehendem Sauerstoffabschluss verstanden. Der Boden wird bei Temperaturen von 400-800°C verschwelt. Die Nachverbrennung erfolgt bei Temperaturen von 1000-1300°C. Es fallen geringere Mengen an zu behandelndem Rauchgas an als bei der direkten Verbrennung.

Die Kosten der Bodenreinigung durch Pyrolyse sind im Leistungsregister im Kapitel 55.3 zusammengefasst.

55.1.2 Kostenermittlung

55.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Pyrolyse von kontaminiertem Boden	t	m ³

LEISTUNGSBEREICH 55-10-00 *	PYROLYSE (OFF-SITE) *	
BASISKOSTEN PYROLYSE		
kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K[€/t]	
1 - 1.000	205,00	
1.001 – 10.000	192,00	
> 10.000	171,00	
FEIN KORN ANTEIL		
Feinkornanteil (< 0,063 mm) Gew.-%	(Kurzzeich. n. DIN 18196)	Zuschlag ZF [€/t]
< 60	(GE / GW / GI / SW / SI / SE / SU' / SU / SÜ)	0
> 60	(UL / UM / TL / TA / TO)	26,00
SCHADSTOFFE / KONZENTRATION		
Schadstoffe	Emissionsfaktor [EF]	Zuschlag ZK [€/t]
PAK, Cyanide, aromatische Kohlenwasserstoffe	< 0,65	0
	> 0,65	26,00
sonstige	beliebig	0
Kosten LB 55-10-00 = MK [t] x (K[€/t] + ZF[€/t] + ZK[€/t]) = _____ €		

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

55.2 Verbrennung

55.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei der Verbrennung werden die Schadstoffe durch direkte Beheizung im Drehrohr- oder Wirbelschichtofen bei Sauerstoffüberschuss bei 450-800°C verbrannt. Die Verweilzeit des Bodens im Ofen liegt je nach Verfahren bei 30-60 Minuten. In der Nachverbrennung werden die in Gasform überführten Schadstoffe bei Temperaturen bis zu 1300°C behandelt. Die dabei entstehende Abluft ist gemäß TA Luft zu reinigen.

Die Kosten der Bodenreinigung durch Verbrennung sind im Leistungsregister im Kapitel 55.3 zusammengefasst.

55.2.2 Kostenermittlung

55.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Verbrennung von kontaminiertem Boden	t	m ³

LEISTUNGSBEREICH 55-20-00	VERBRENNUNG (OFF-SITE)	
BASISKOSTEN VERBRENNUNG		
kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K[€/t]	
	4,50	
FEINSTKORNANTEIL		
Feinstkornanteil (< 0,063 mm) Gew.-%	(Kurzzeich. n. DIN 18196)	Zuschlag ZF [€/t]
> 60	(GE / GW / GI / SW / SI / SE / SU' / SU / SÜ)	0
> 60	(UL / UM / TL / TA / TO)	20,00
SCHADSTOFFE / KONZENTRATION		
Verwertungsklasse nach LAGA	Kostenfaktor Schadstoffgehalt fS	
Z 1.1 – Z 1.2	0,45	
Z 1.2 – Z 2	1,0	
Z 2 – Z 3	10,0	
Z 3 – Z 4	15,0	
WASSERGEHALT		
Feuchtegehalt des Bodens	Zuschlag ZWG [€/t]	
≤ 25%	0	
25 - 30%	5,0	
30 - 35%	10,00	
35 - 40%	15,00	
Kosten LB 55-20-00 = (MK [t] x (K[€/t] + ZF[€/t] + ZWG[€/t])) x fS = _____ €		

55.3 Niedertemperaturverbrennung

55.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Beim Niedertemperaturverfahren wird der Boden im Drehrohrföfen indirekt durch den Trommelmantel wie auch direkt durch einen Gasbrenner auf Temperaturen von 400-550°C aufgeheizt. Dabei dampfen die organischen Schadstoffe vollständig aus. Die Verweilzeit im Drehrohrföfen beträgt rund 15 Minuten. Das Prozessgas wird der thermischen Gasreinigung zugeführt, in der bei rund 950°C die organischen Schadstoffe verbrannt werden. Bei chlororganischen Verbindungen sind Temperaturen von 1200°C erforderlich.

Die Kosten der Bodenreinigung durch Dampfextraktion sind im Leistungsregister im Kapitel 55.3 zusammengefasst.

55.3.2 Kostenermittlung

55.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Dampfextraktion von kontaminiertem Boden	t	m ³

55.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 11-00-00	Umwelt- und Geotechnische Felduntersuchung, Probenahme
LB 12-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 51-00-00	Behandlung von Bodenluft, Deponiegas und Abluft
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung
LB 81-00-00	Entsorgung, Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich
55 00 00 Thermische Behandlung

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
55 01 00	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten, Vorhalten und Räumen der maßnahmenspezifischen Baustelleneinrichtung		#	#	#	0
55 02 00	Pyrolyse					
01	Pyrolyse von kontaminiertem Boden	t			209,63 *	
55 03 00	Verbrennung					
01	Verbrennung von kontaminiertem Boden	t	0,30	319,60	4,39	30
	> Z 1.1 bis Z 1.2		0,30	3,53	x 0,4	
	> Z 1.2 bis Z 2		2,53	7,06	x 1,0	
	> Z 2 bis Z 3		14,11	98,37	x 10,0	
	> Z 3 bis Z 4		29,40	111,67	x 15,0	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
55 00 00 Thermische Behandlung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
55	04	00					
		01					
		Dampfextraktion (Niedertemperaturverfahren)					
		Dampfextraktion von kontaminiertem Boden	t			112,48 *	
		Schadstoffanteil in mg/kg (verfahrensspezifisch):					
		MKW PAK BTEX Cyanide EOX PCB					
		<5000 <500 # # # <500 A				x 1,0 *	
		<10000 <1200 # # # <1000 B				x 1,1 *	
		<15000 <2000 # # # <1500 C				x 1,3 *	
		<25000 <5000 # # # <2000 D				x 1,5 *	
		Behandlungsmasse:					
		1 - 100 t				x 1,0 *	
		101 - 500 t				x 0,9 *	
		501 - 1.000 t				x 0,8 *	
		1.001 - 10.000 t				x 0,7 *	
		> 10.000 t				x 0,5 *	
		Bodenfeuchte:					
		bis 25 %				x 1,0 *	
		25 - 30 %				x 1,02 *	
		30 - 35 %				x 1,05 *	
		35 - 40 %				x 1,1 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

56 Chemisch-physikalische Bodenbehandlung (on-site / off-site)

Bodenwaschverfahren sind chemisch / physikalische Separationsverfahren. Prinzipielle schadstoffspezifische Beschränkungen und Ausschlusskriterien existieren für Bodenwaschverfahren nicht. Unterschiede ergeben sich beim Aufwand, der im Vorfeld ggf. für eine Bodenvorbehandlung (nasschemischer Aufschluss o.ä.) betrieben werden muss, oder bei Mischkontaminationen. Diese schlagen sich letztlich in den Kosten nieder.

Neben den verfahrenstechnischen Einschränkungen für einen on-site Betrieb von Bodenwaschanlagen gibt es vorrangig infrastrukturelle und wirtschaftliche Beschränkungen. Der Flächenbedarf für den vor-Ort-Betrieb der Anlagen liegt bei klassierenden Bodenwaschanlagen je nach Verfahrensanbieter zwischen 400 bis > 2.000 m² und bei Hochdruckbodenwaschanlagen zwischen 1.000 und 1.500 m². Diese Angaben gelten für die eigentlichen Anlagen mit ihren infrastrukturellen Einrichtungen; hier sind in der Regel Zusatzkapazitäten für die Bodenvorhaltung notwendig. Als tonnagespezifische Untergrenze für einen rentablen on-site Betrieb werden von verschiedenen Verfahrensanbietern 30.000 - 50.000 t Bodenmaterial angegeben. Neben den zu entsorgenden Reststoffen / Filterkuchen fällt zur Reinigung anstehendes Waschwasser an. Nach Abschluss der Maßnahme kann von einer weitestgehenden Wiederverwendbarkeit der einzelnen Kornfraktionen ausgegangen werden.

Folgende wichtige Einflussparameter bestimmen maßgeblich den Wirkungsgrad von chemisch-physikalischen Bodenwaschanlagen.

Boden- und Schadstofffaktoren zur Beurteilung der Wirksamkeit chemisch-physikalischer Waschverfahren		
Extraktion mit wässriger Lösung, Lösungsvermittlern / Tensiden, kritischen Flüssigkeiten, Dampf, Luft, Hochdruck		
	<u>Einflussparameter</u>	<u>Bemerkungen</u>
Boden	Art und Größe der Kornfraktionen	ggf. Notwendigkeit zur Vorbehandlung
	Körnungslinien	Bestimmung des Volumenverminderungspotentials, Notwendigkeit zur Vorbehandlung, flüssig/fest - Auftrennung
	Tongehalt	Bestimmung der Sorptionseigenschaften des Bodens
	organischer Gesamtkohlenstoff (TOC); Huminsäuren	Sorptionseigenschaften des Bodens
	Wassergehalt	Bestimmung der Bodenluftaustauschfähigkeit
	spezifisches Gewicht	
	Kationenaustauschkapazität	Austauschverhalten gebundener Kationen durch Kationen aus der Waschflüssigkeit; Bestimmung des Sorptionsverhaltens.
Schadstoffe	Art des Vorliegens und Konzentration organischer Schadstoffe	Bestimmung der Konzentrationen von Kontaminanten bzw. von Intermediärprodukten, Notwendigkeit einer Vorbehandlung, Wahl des Extraktionsmittels
	Dampfdruck, Wasserlöslichkeit	Wahl des Extraktionsmittels bzw. von Lösungsvermittlern
	Henry-Konstante	
	Kow-Verteilungskoeffizient	
	Siedepunkt	
	Metallgehalte (gesamt)	Bestimmung der Konzentrationen von Kontaminanten bzw. von Intermediärprodukten, Notwendigkeit einer Vorbehandlung, Wahl des Extraktionsmittels
	Metallgehalte (auslaugbar)	Bestimmung der Schadstoffmobilität; Notwendigkeit zur Nachbehandlung
	Dioxine/Furane, Radionuklide, Asbest	besondere Arbeitsschutzmaßnahmen
	Cyanide, Sulfide, Fluoride	Möglichkeit zur Bildung toxischer Stoffe bei niedrigem pH-Wert

56.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Klassierende Bodenwäsche

Die klassierende Bodenwäsche verfolgt das technische Ziel in einem über mehrere Stufen verlaufenden Prozess

- a) die Schadstoffe direkt von der Bodenmatrix abzuwaschen und in die wässrige Lösung zu überführen, sowie
- b) die Bodenmatrix mittels mehrerer in Reihe geschalteter Klassieraggregate zu fraktionieren.

Dabei wird davon ausgegangen, dass der Großteil der Kontaminanten an der Feinstkornfraktion adsorbiert ist. Diese geht in Form von koagulierte Flotatschlamm oder Sedimentfilterkuchen in die Weiterbehandlung oder Reststoffentsorgung.

Das Leistungsregister für die klassierende Bodenwäsche findet sich in Kapitel 56.2.2.

Hochdruckbodenwäsche

Das Verfahrensprinzip der Hochdruckbodenwäsche basiert auf der Einwirkung von mechanischer Energie auf die Bodenpartikel ohne den Einsatz von chemischen Hilfsmitteln und ohne die Bodenpartikel zu zerstören. Der Boden wird per Unterdruck durch ein Strahlrohr geschleust. Dabei tritt Wasser im Strahlrohr aus einem ringförmig angeordneten Düsenkranz aus und schießt kegelförmig in einem Brennpunkt zusammen. Dort werden die adsorbierten Schadstoffe durch große Scherkräfte von den Partikeloberflächen abgetrennt. Es sind Düsenvordrücke bis zu 350 bar anwendbar. Schadstoffe und Feinstkornanteil werden dem Prozesswasser entzogen und als Flotatschlamm / Filterkuchen entsorgt.

Das Leistungsregister für die Hochdruckbodenwäsche findet sich in Kapitel 56.2.2.

56.2 Kostenermittlung

56.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Klassierende Bodenwäsche

Für die Kosten der klassierenden Bodenaufbereitung sind neben der kontaminierten Bodenmasse vor allem das Schadstoffinventar und die -konzentrationen, das angestrebte Sanierungsziel und die angeführten bodenspezifischen Einflussfaktoren ausschlaggebend.

Grundsätzliche Relationen zwischen Behandlungskosten und variablen Einflussgrößen lassen sich über die Bodenmassen und den Anteil der Feinstkornfraktion herstellen. Als weitere Einflussgröße kann zudem der branchenspezifisch unterschiedlich hohe Anteil an Schlacken und Aschen im kontaminierten Bodenmaterial in die Kostenermittlung eingehen.

Leistungsbereich 56-10-00 *		KLASSIERENDE BODENWÄSCHE (ON-SITE / OFF-SITE) *	
BASISKOSTEN BODENWÄSCHE			
ON – SITE		OFF – SITE	
kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K [€/t]	kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K [€/t]
30.000 - 50.000	69,00	1 - 100	110,00
		101 - 500	97,00
> 50.000	61,00	501 - 1.000	90,00
		1.001 - 10.000	72,00
		> 10.000	66,00
FEINSTKORNANTEIL / WÄSCHE			
Feinstkornanteil (d < 80 µm) in %		Zuschlag ZF [€/t]	
0 – 10		0	
10 - 20		15,00	
20 - 30		23,00	
30 - 40		31,00	
40 - 50		38,00	
50 - 60		46,00	
60 - 70		55,00	
> 70		k.A	
SCHLACKEN / LEICHTGUT / ENTSORGUNG			
Branche	Schlacken- / Aschegehalt	Zuschlag ZB [€/t]	
Kokereien, Gaswerke, Teerverarbeitung, Eisen- & Stahlerzeugung, NE-Metallver- hüttung, Stahlbearb. m. eigen. Gaserzeug.	3 - 5	13,00	
	6 - 10	26,00	
	11 - 15	51,00	
sonstige	-	0	
Kosten LB 56-10-00 = MK [t] x (K[€/t] + ZF[€/t] + ZB [€/t]) = _____ €			

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

Hochdruckbodenwäsche on-site / off-site

Leistungen für die on-site Hochdruckbodenwäsche umfassen die Einrichtung der Bodenwaschanlage einschließlich des Anlagentransportes und der kompletten Baustelleneinrichtung. Darin enthalten sind die technische Ausstattung zur Bodenwäsche und zum Emissionsschutz, die Genehmigungsgebühren sowie ggf. Einhausungen, Bodenschutzschichten etc..

Zu den Leistungen der eigentlichen Behandlung zählen die Reinigung bis zum Erreichen der Sanierungszielwerte, die Vor- und Nachbehandlung der Böden einschließlich aller innerbetrieblichen Transport- und Lagervorgänge sowie die Ein- und Ausgangsanalytik. Abschließend müssen die Anlage und ihre peripheren Baugruppen geräumt, sowie die inanspruchgenommenen Teilflächen, Wege und Infrastrukturen wieder instandgesetzt werden.

LEISTUNGSBEREICH 56-20-00 *		HOCHDRUCKBODENWÄSCHE (ON-SITE / OFF-SITE) *	
BASISKOSTEN BODENWÄSCHE			
ON - SITE		OFF - SITE	
kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K [€/t]	kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K [€/t]
30.000 - 50.000	74,00	<= 1.000	92,00
> 50.000	74,00	> 1.000	77,00
FEINSTKORNANTEIL / WÄSCHE			
Feinstkornanteil (d < 50 µm) in % (Kurzzeich. n. DIN 18196)		Zuschlag ZF [€/t]	
< 10	(GE / GW / GI / SW / SI / SE)	0	
10 - 15	(SU')	10,00	
15 - 20	(SU)	21,00	
20 - 25	(SÜ)	31,00	
> 25	(UL / UM)	41,00	
SCHLACKEN / LEICHTGUT / ENTSORGUNG			
Branche	Schlacken- / Aschegehalt	Zuschlag ZB [€/t]	
Kokereien, Gaswerke, Teerverarbeitung	3 - 5	13,00	
Eisen- & Stahlerzeugung, NE-Metallver- hüttung, Stahlbearb. m. eigen. Gaserzeug.	6 - 10	26,00	
	11 - 15	51,00	
sonstige	-	0	
Kosten LB 56-20-00 = MK [t] x (K[€/t] + ZF[€/t] + ZK [€ / t] + ZB [€/t]) = €			

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

56.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung / Bereitstellungslagerung
LB 32-00-00	Wiedereinbau
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung
LB 81-00-00	Entsorgung / Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

56 00 00 Chemisch-physikalische Bodenbehandlung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
56 10 00		Nassmechanische Aufbereitung					
56 11 01		Bereitstellung Bodenwaschanlage incl. Betrieb einer Brecheranlage: Brechen, Sieben (< 0,063, < 40, > 40 mm), Abtrennung Schrott / Metallteile, Wäsche mit Doppelschwertwäscher, Hydrozyklon und Aufstromklassierer, Attritionswäscher, Fällung der kontaminierten Leichtfraktion mittels Lamellenabscheider, Flotation und Entwässerung, inkl. Reinigung des Waschwassers durch Flockung/Fällung	Stck.	53.583,39	631.700,00	299.850,28	5
	02	Nasssiebung von Boden / Bauschutt mit Fraktionstrennung sowie Metallabscheider	t	0,84	61,36	25,71	8
	03	Wäsche der Sand/Kiesfraktion	t	0,83	72,48	25,71	7
	04	Aufbereitung der Schlufffraktion, Belastung mit Arsen/Kupfer	t	0,83	25,56	9,85	7
	05	Aufbereitung Leichtfraktion, Belastung mit Arsen/Kupfer	t	1,40	22,50	6,99	7
56 12 00		Klassierende Bodenwäsche	t				
	01	1 - 100 t				76,69 *	
		101 - 500 t				63,91 *	
		501 - 1.000 t				51,13 *	
		1.001 - 10.000 t				51,13 *	
		> 10.000 t				51,13 *	
56 13 00		Hochdruckbodenwäsche	t				
	01	1 - 100 t		#	#	#	0
		101 - 500 t		#	#	#	0
		501 - 1.000 t		#	#	#	0
		1.001 - 10.000 t		#	#	#	0
		> 10.000 t		#	#	#	0
56 20 00		Desorptionsverfahren					
56 21 00		Wasserdampfdestillation	t				
	01	1 - 100 t		#	#	#	0
		101 - 500 t		#	#	#	0
		501 - 1.000 t		#	#	#	0
		1.001 - 10.000 t		#	#	#	0
		> 10.000 t		#	#	#	0
56 22 00		Überkritische Hochdruckextraktion	t				
	01	1 - 100 t		#	#	#	0
		101 - 500 t		#	#	#	0
		501 - 1.000 t		#	#	#	0
		1.001 - 10.000 t		#	#	#	0
		> 10.000 t		#	#	#	0
56 23 00		Vakuumdestillation	t				
	01	1 - 100 t		#	#	#	0
		101 - 500 t		#	#	#	0
		501 - 1.000 t		#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

56 00 00 Chemisch-physikalische Bodenbehandlung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	1.001 - 10.000 t		#	#	#	0
	> 10.000 t		#	#	#	0
56 30 00	Extraktionsverfahren					
56 31 00	Solventextraktion	t				
01	1 - 100 t		#	#	#	0
	101 - 500 t		#	#	#	0
	501 - 1.000 t		#	#	#	0
	1.001 - 10.000 t		#	#	#	0
	> 10.000 t		#	#	#	0
56 32 00	Tensidwäsche	t				
01	1 - 100 t				76,69 *	
	101 - 500 t				63,91 *	
	501 - 1.000 t				51,13 *	
	1.001 - 10.000 t				51,13 *	
	> 10.000 t				51,13 *	
56 33 00	Laugung	t				
01	1 - 100 t		#	#	#	0
	101 - 500 t		#	#	#	0
	501 - 1.000 t		#	#	#	0
	1.001 - 10.000 t		#	#	#	0
	> 10.000 t		#	#	#	0
56 40 00	Zulagen für 56-10-00 bis 56-30-00:					
56 41 00	Zulagen zum Behandlungspreis:	t				
01	Feinstkornanteil Trennschnitt bei:					
	d < 80 µm					
	d < _____ µm					
	0 - 20 %				12,78 *	
	20 - 30 %				25,56 *	
	30 - 40 %				38,35 *	
	40 - 50 %		#	#	#	0
	50 - 60 %		#	#	#	0
	60 - 70 %		#	#	#	0
	> 70 %		#	#	#	0
02	Reststoffentsorgung / -verwertung					
	Feinstkornanteil					
	Feinstkornanteil bezogen auf:					
	d < 80 µm					
	d < _____ µm					
	0 - 20 %				25,57 *	
	20 - 30 %				38,35 *	
	30 - 40 %				51,13 *	
	40 - 50 %		#	#	#	0
	50 - 60 %		#	#	#	0
	60 - 70 %		#	#	#	0
	über 70 %		#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

56 00 00 Chemisch-physikalische Bodenbehandlung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Entsorgung von Leichtgut (Kunststoffe, Holz, Asche)					
	< 5 %				20,45 *	
	5 - 10 %				40,90 *	
	10 - 15 %		#	#	#	0
	> 15 %		#	#	#	0
04	Eingangs- / Ausgangsanalytik (à 500 t)	psch.			11.248,84 *	
05	Handlingkosten	t				
	allg. Abwicklung				2,57 *	
	Bahnanlieferung		#	#	#	0
	Schiffsentladung		#	#	#	0
06	Zwischenlagerung (je Tag und t)				0,61 *	
07	Vorbehandlung, Separieren, Brechen (s. LB 80-00-00)	t			12,78 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

56.3 Literatur

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Veranstalter): Bodenbehandlung – Stand der Technik und neue Entwicklungen, Fachtagung (Augsburg 11. Juni 2002), Augsburg 2002.

Bodenbehandlungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland, Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1997.

Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. (ITVA): ITVA-Arbeitshilfe „Dekontamination durch Bodenwaschverfahren“ (H1-1/94), 1994.

Maßnahmen zum Bodenschutz, Umgang mit schädlichen Bodenveränderungen – Sanierungsverfahren, Bodenschutz 9, Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2001.

56.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Verfahrensanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

57 Biologische Bodenbehandlung

Biologische Behandlungsverfahren nutzen die Fähigkeit von Mikroorganismen, Kohlenstoff haltige Verbindungen als Nährstoffe (Substrat) verwerten zu können. Beim vollständigen Abbau organischer Schadstoffe (= Mineralisierung) nutzen die Mikroorganismen die Schadstoffe als Energiequelle, wobei als Endprodukte Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) entstehen. Häufig kommt es jedoch nur zu einem Teilabbau der Schadstoffe (= Transformation). Die entstehenden Abbauprodukte werden anschließend entweder von anderen Bodenorganismen weiter umgesetzt oder verbleiben im Boden, wo ein Einbau in die organische Bodenfraktion erfolgen kann (Humifizierung). Schadstoffe können durch Mikroorganismen auch cometabolisch umgesetzt werden. Der Begriff Cometabolismus bezeichnet in diesem Zusammenhang die Abhängigkeit der Umsetzung eines Schadstoffes vom Vorhandensein eines anderen Stoffes (= Co-Substrat). Bei cometabolischen Umsetzungen gewinnen die Mikroorganismen aus dem Schadstoffabbau keine Energie und benötigen daher zur Aufrechterhaltung von Stoffwechsel- und Wachstumsprozessen zusätzliche organische Nährstoffe.

Umfang und Geschwindigkeit des biologischen Schadstoffabbaus werden maßgeblich durch die chemisch-physikalischen Eigenschaften der Schadstoffe wie z.B. Wasserlöslichkeit und Molekülstruktur bestimmt. Kontaminanten, die toxische Wirkungen auf Mikroorganismen ausüben, limitieren den biologischen Schadstoffabbau. Darüber hinaus werden mikrobielle Degradationsprozesse auch durch bodenspezifische Eigenschaften beeinflusst. Bei tonigen schluffigen Böden mit hohen Adsorptionskräften ist der überwiegende Schadstoffanteil i. d. R. in der Feinkornfraktion anzutreffen und daher weniger bioverfügbar.

Um bei der biologischen Behandlung kontaminierter Böden bzw. Wässer einen möglichst raschen und vollständigen Schadstoffabbau zu erreichen, werden Wachstum und Abbauleistung der Mikroorganismen durch gezielte Maßnahmen gefördert, z.B. durch

- Verbesserung der Sauerstoffversorgung (z.B. durch Druckbelüftung, Einsatz von H_2O_2),
- Zufuhr von Nährstoffen,
- Erhöhung der Bioverfügbarkeit der Schadstoffe (z.B. durch Einsatz von Tensiden),
- Optimierung der äußeren Wachstumsbedingungen (pH-Wert, Temperatur, Redoxpotential).

Verfahren der biologischen Bodenbehandlung stehen gegenwärtig in zahlreichen unterschiedlichen Verfahrensvarianten mit unterschiedlichem Entwicklungsstand zur Verfügung. Biologische Behandlungsverfahren werden grundsätzlich unterschieden in

- **in-situ**-Verfahren (Sanierung erfolgt im natürlichen Lagerungsverbund des Bodens) und
- **ex-situ**-Verfahren (Behandlung erfolgt nach Aushub des kontaminierten Materials).

Bei *ex-situ*-Verfahren wird darüber hinaus differenziert zwischen *on-site*- (Behandlung vor Ort) und *off-site*-Techniken (Behandlung in Anlagen außerhalb des Sanierungsortes). *Ex-situ*-Verfahren kommen in der Praxis i. d. R. zum Einsatz, wenn

- im Rahmen von Baumaßnahmen belastetes Bodenmaterial anfällt, das aufgrund seiner Schadstoffgehalte nicht wiedereinbaufähig ist und somit einer geordneten Entsorgung zuzuführen ist,
- das kontaminierte Bodenmaterial nur ein geringes Volumen besitzt und mit vergleichsweise wenig Aufwand ausgekoffert werden kann,
- aufgrund der bestehenden bzw. geplanten Nutzung eine rasche Sanierung der Bodenkontamination erforderlich ist, welche mit einer i. d. R. zeitintensiven *in-situ*-Sanierung nicht realisierbar ist,

- der verunreinigte Boden einen hohen Kontaminationsgrad aufweist, so dass eine effektive Schadstoffreduzierung nur mittels einer Intensivbehandlung, wie sie z. B. in Mieten oder Bioreaktoren durchführbar ist, erfolgversprechend ist,
- aufgrund der lokalen Standortbedingungen (u.a. geringe pneumatische und/oder hydraulische Durchlässigkeit des Untergrundes, sehr inhomogene Schadstoffverteilung) eine *in-situ*-Sanierung nicht aussichtsreich erscheint.

Um zu beurteilen, ob biologische Verfahren zur Behandlung einer Bodenkontamination eingesetzt werden können, sind zunächst die jeweiligen geologisch/hydrogeologischen Gegebenheiten des Standortes sowie Art, Höhe und räumliche Ausdehnung der Schadstoffbelastung zu ermitteln. Anhand dieser Kriterien kann häufig bereits eine Vorentscheidung bezüglich der Anwendbarkeit von *in-situ*- oder *ex-situ*-Verfahren getroffen werden.

Boden- und Schadstofffaktoren zur Beurteilung der Wirksamkeit mikrobiologischer Dekontaminationsverfahren		
	Parameter	Bemerkungen
physikalisch	Wassergehalt	Bestimmung der generellen Behandlungsfähigkeit des Bodens und Vorauswahl geeigneter Verfahren
	Feldkapazität	
	pH-Wert	
	Temperatur	
	O ₂ -Angebot	
	Durchlässigkeit	
chemisch	Art der Schadstoffe	Bestimmung der generellen Behandlungsfähigkeit des Bodens und Vorauswahl geeigneter Verfahren, Bestimmung des natürlichen Nährstoffangebotes
	Schadstoffkonzentration	
	organ. Gesamtkohlenstoff (TOC)	
	Redox-Potential	
	C:N:P – Verhältnis	
biologisch	Inkubationstests	Bestimmung der Biodegradierbarkeit und Quantifizierung der Degradationsrate
	Batchversuche	
	Mikrokosmen-Technik	Best-Case-Zeitprognose, Prüfung Reaktions- und Massenbilanz
	Respirometertests	Messung der O ₂ -Aufnahme und der Biodegradationsraten
	Kulturstudien	Bestimmung der im Boden natürlich auftretenden Bakterienstämme bzw. besonders angepasster Mikroflora
	Wachstumstests (spread-plate Techniken)	Bestimmung der Bakterienstammdichte in Laborversuchen
	Wachstumshemmtests	Bestimmung der biologischen Aktivität bzw. deren Einschränkung durch spezifische Bodeneigenschaften

Um Erkenntnisse bezüglich der Zahl der im Boden vorhandenen Mikroorganismen und deren schadstoffspezifischen Abbaupotentials zu gewinnen, sind anschließend geeignete Laboruntersuchungen durchzuführen. Diese Untersuchungen ermöglichen darüber hinaus auch Aufschluss darüber, ob im Boden bakteriotoxische Stoffe vorhanden sind, die sich hemmend auf den biologischen Schadstoffabbau auswirken.

Der Stand der Technik auf dem Gebiet der biologischen Bodenbehandlung wird im wesentlichen durch die biologische Mientensanierung von **Mineralölkontaminationen** definiert. Das Abbaupotential nimmt bei den im allgemeinen gut degradierbaren n-Alkanen mit zunehmender Kettenlänge ab. Langkettige n-Alkane (> C₃₀) und iso-Alkane sind dem mikrobiellen Abbau kaum noch zugänglich.

Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) sind unter aeroben Bedingungen relativ gut biologisch abbaubar. Bei Alkylbenzolen nimmt im allgemeinen die Abbaubarkeit mit zunehmender Länge und Verzweigungsgrad der Alkyl-Seitenketten ab.

Im Vergleich zu aliphatischen und monoaromatischen Kohlenwasserstoffen sind **polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)** dem biologischen Abbau in geringerem Umfang zugänglich. Die biologische Abbaubarkeit der PAK ist abhängig von der Anzahl der kondensierten Benzol-Kerne. Mit steigender Anzahl der aromatischen Ringe nimmt die Wasserlöslichkeit und damit auch die Verfügbarkeit der PAK für die biologische Degradation ab. Während PAK mit bis zu 3 kondensierten Benzol-Kernen relativ gut durch Mikroorganismen degradiert werden können, sind 4- und 5-kernige PAK als schwer biologisch abbaubar einzustufen. Bei PAK mit mehr als 5 aromatischen Ringen erfolgt kein signifikanter biologischer Abbau. PAK werden aerob von Bakterien, Hefen und höheren Pilzen umgesetzt. Bakterien können PAK mineralisieren und damit als Kohlenstoff- und Energiequelle verwerten oder cometabolisch umsetzen. Pilze bauen PAK dagegen nur cometabolisch ab.

Bei der Beurteilung der biologischen Abbaubarkeit von Chlorkohlenwasserstoffen ist zwischen aliphatischen und aromatischen Verbindungen zu differenzieren. **Leichtflüchtige chlorierte aliphatische Kohlenwasserstoffe (LCKW)** sind grundsätzlich biologisch abbaubar, wobei der Abbau insbesondere der höher chlorierten Vertreter dieser Stoffgruppe wie z.B. Tri- und Tetrachlorethen bevorzugt unter anaeroben Bedingungen erfolgt. Die biologische Abbaubarkeit von **Chloraromaten** ist wesentlich vom Chlorierungsgrad der Verbindungen abhängig. Während niederchlorierte Aromaten vergleichsweise gut mikrobiologisch degradierbar sind, sind höher chlorierte Verbindungen dem biologischen Abbau nur in geringem Maße zugänglich.

Für die häufig als Bodenkontaminanten im Bereich von Rüstungsaltslasten anzutreffende Stoffgruppe der **Nitroaromaten** wurden biologische Degradationsvorgänge nachgewiesen. Der Abbau verläuft jedoch i.d.R. langsamer als bei den entsprechenden nicht nitrierten Aromaten. Der Abbau von Nitroaromaten erfolgt häufig cometabolisch und ist i. d. R. unvollständig.

Der Einsatz von biologischen Verfahren zur Sanierung von Bodenkontaminationen durch **polychlorierte Biphenyle (PCB)** und **polychlorierte Dibenzodioxine/-furane (PCDD/F)** erscheint aufgrund der überwiegend geringen Bioverfügbarkeit und schweren und unvollständigen biologischen Abbaubarkeit dieser Verbindungen nicht sinnvoll.

Schwermetalle werden nicht biologisch abgebaut. Einige Schwermetalle können jedoch mikrobiell komplexiert werden. Sie wirken außerdem z. T. toxisch auf Mikroorganismen und können einen Abbau organischer Stoffe behindern.

Mikrobiologisch behandelte Böden sind wiederverwendbar, wenn sichergestellt ist, dass die Schadstoffe bis auf für die jeweilige Nutzung tolerierbare Schadstoffgehalte abgebaut sind und keine schädlichen Stoffwechselprodukte (Metaboliten) angereichert wurden. Bei Mietenverfahren fällt je nach Betriebsweise der Mieten überschüssiges Prozesswasser als Abwasser an, in dem Schadstoffe und zugesetzte Nährstoffe enthalten sein können.

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für alle Teilleistungsbereiche zusammenfassend dargestellt.

Literatur

Alef, K. (Hrsg.): Biologische Bodensanierung – Methodenbuch. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1994.

Hupe, K., Meyer, O.: Emissionsminderung bei biologischen Ex-situ-Bodenbehandlungsverfahren. TerraTech 3/2000, S. 23-26.

EPA (1995): Bioventing Principles and Practice, Volume I: Bioventing Principles. EPA/540/R-95/534a, U.S: Environmental Protection Agency, Washington DC, September 1995.

- EPA (1995): Bioventing Principles and Practice, Volume I: Bioventing Design. EPA/625/XXX/001, U.S.: Environmental Protection Agency, Washington DC, September 1995.
- Hoffmann, J.; Viedt, H. (1998): Biologische Bodenreinigung: Ein Leitfaden für die Praxis. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg, 1998.
- Kästner, M., Mahro, B., Wienberg, R.: Biologischer Schadstoffabbau in kontaminierten Böden unter besonderer Berücksichtigung der Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe. Hamburger Berichte, Band 5, Economica Verlag, Bonn, 1993.
- Klein et al. (1991): Einsatzmöglichkeiten und Grenzen mikrobiologischer Verfahren zur Bodensanierung. 1. Bericht des Interdisziplinären DECHEMA-Arbeitskreises „Umweltbiotechnologie – Boden“. DECHEMA, Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Frankfurt/Main, Juni 1991.
- Klein, J. (Hrsg.): Labormethoden zur Beurteilung der biologischen Bodensanierung. 2. Bericht des Interdisziplinären DECHEMA-Arbeitskreises „Umweltbiotechnologie – Boden“. DECHEMA, Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Frankfurt/Main, Juni 1992.
- LfU BW (Hrsg.): Handbuch Mikrobiologische Bodenreinigung. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 1995.
- LfU BW (Hrsg.): Mikrobiologische Verfahren bei der Altlastensanierung. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 1996.
- LfUG SA (Hrsg.): Mikrobiologische Sanierungsverfahren. Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 1/2000, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, Juli 2000.
- LUA NRW: Anforderungen an biologische Bodenbehandlungsanlagen nach dem Mietenverfahren. Merkblatt Nr. 8 des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen, Essen, 1997.
- Mackenbrock, U., Kopp-Holtwiesche, B., Blank, W.: Zur biologischen Abbaubarkeit von Industriechemikalien. TerraTech 4/1994, S. 41-51.
- McCutcheon, S.C., Schnoor, J.L., Zehnder, A.J.: Phytoremediation - Transformation and Control of Contaminants. John Wiley & Sons, New York, 2003.
- Trapp, S. Aspekte der Phytoremediation organischer Schadstoffe. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 12 (5), S. 246-255, ecomed-Verlag, Landsberg/Lech, 2000.
- UBA (Hrsg.): Leitfaden Biologische Verfahren zur Bodensanierung. Erarbeitet von Michels, J., Track, T.; Gehrke, U., Sell, D. (DECHEMA e.V.) im Auftrag des Umweltbundesamtes, Fachgebiet III 3.6, Projektträger Abfallwirtschaft und Altlastensanierung (PT AWAS), Berlin, Mai 2001.
- Wilhelm, V. et al.: Mikrobiologische Bodensanierung: Planung, Genehmigung, Arbeitsschutz, Umwelt- und Qualitätsmanagement bei mikrobiologischen Sanierungsmaßnahmen. Kontakt & Studium, Band 498, expert-Verlag, Renningen-Malmsheim, 1996.

Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter für die biologische Behandlung von Boden oder Bauschutt sind anhand aussagefähiger Referenzen auszuwählen.

57.1 Biologische Behandlung in Mieten

57.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Unter den ex-situ-Verfahren stellt die biologische Bodenbehandlung in Mieten derzeit den Stand der Technik dar. Bei diesem Verfahren zur biologischen Behandlung kontaminierter Böden wird das ausgekofferte Bodenmaterial nach mechanischer Aufbereitung zu lockeren Haufwerken, den sog. Mieten, aufgeschichtet. Dabei wird grundsätzlich unterschieden zwischen

- **statischen** Mietenverfahren (keine Umschichtung des Bodenmaterials während der Sanierung) und
- **dynamischen** Mietenverfahren (mittels spezieller Wendeeinrichtungen kann während der Sanierungsphase eine Umschichtung des Bodenmaterials erfolgen).

Die Höhe der Mieten beträgt im allgemeinen 1,5-3,0 m, in selteneren Fällen werden auch flachere Mieten als sog. „Biobeete“ bzw. Hochmieten > 3 m betrieben. Die horizontale Ausdehnung der Mieten richtet sich in der Praxis eher nach den lokalen Platzverhältnissen als nach besonderen mikrobiologischen Erfordernissen (übliche Abmessungen der Mietenbasis sind etwa 20 m Breite und 50-80 m Länge). Die Behandlung des kontaminierten Bodenmaterials erfolgt auf Flächen, die mit einer Untergrundabdichtung versehen wurden. Die Mieten werden entweder den Witterungsbedingungen ausgesetzt (= offene Mieten) oder aber in geschlossenen Zelten oder Leichtbauhallen betrieben, wobei die Einhausung der Mieten das derzeit übliche Verfahren darstellt. Zur Optimierung der Abbaubedingungen werden die Mieten in Abhängigkeit von den jeweiligen Erfordernissen mit Strukturmaterial (Stroh, Rindenmulch, Komposte), Nährstoffen und Mikroorganismen angereichert, befeuchtet sowie passiv oder aktiv belüftet.

Bezüglich der Regulation des Wassergehaltes der Mieten wird prinzipiell unterschieden zwischen **Trockenmieten** und **Nassmieten**. Beim Trockenrotteverfahren wird zu Beginn der Behandlung ein der natürlichen Bodenfeuchte entsprechender Wassergehalt in der Miete eingestellt, so dass während des Betriebes kein Sickerwasser anfällt. Zur Vermeidung einer Austrocknung der Miete wird der Wassergehalt während der Behandlungsdauer regelmäßig kontrolliert und ggf. neu eingestellt.

Bei Nassmieten wird das zu behandelnde Bodenmaterial durch Berieselungsanlagen befeuchtet. Das beim Betrieb von Nassmieten anfallende Sickerwasser wird über installierte Drainageeinrichtungen erfasst und kontrolliert abgeleitet. Nach entsprechender Aufbereitung in Abhängigkeit von der Schadstoffbelastung kann das gereinigte Wasser anschließend zur Befeuchtung der Mieten verwendet oder in die Kanalisation abgeleitet werden.

Die Mietenbehandlung von kontaminiertem Bodenmaterial erfolgt in der Regel unter aeroben Bedingungen. Bezüglich der verfahrenstechnischen Realisierung der Sauerstoffversorgung wird zwischen **passiver** und **aktiver Belüftung** unterschieden.

Eine passive Belüftung der Bodenmieten kann durch ein lagenförmiges, abwechselndes Aufbringen von Bodenmaterial und groben Strukturstoffen erzielt werden. Die letztgenannten Materialien bilden dabei Belüftungsschichten, durch die über passive Diffusion die Schichten mit dem zu behandelnden Bodenmaterial mit Luftsauerstoff versorgt werden.

Die aktive Belüftung von Bodenmieten kann mittels Zwangsbelüftung oder dynamischer Belüftung erfolgen. Bei der Zwangsbelüftung wird Umgebungsluft in den Mietenkörper mittels Luftlanzen oder Vakuumpumpen eingebracht (Druck- bzw. Saugbelüftung). Bei der dynamischen Belüftung erfolgt die Optimierung der Sauerstoffversorgung durch maschinelles Wenden bzw. Umsetzen der Mieten. Mittels spezieller Wendeeinrichtungen werden die Mieten in regelmäßigen Abständen aufgenommen, homogenisiert und erneut aufgesetzt, wodurch das Bodenmaterial mit Luftsauerstoff in Kontakt gebracht wird. Die bei der Mietenbehandlung entstehende Abluft wird in der Regel über Bio- oder Aktivkohlefilter geleitet und gereinigt.

Anforderungen an biologische Bodenbehandlungsanlagen nach dem Mietenverfahren sind im Merkblatt Nr. 8 des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen beschrieben (u. a. Anforderungen an die Entwässerung, Untergrundabdichtung, Arbeits- und Nachbarschaftsschutz).

Errichtung und Betrieb einer biologischen Bodenbehandlungsanlage nach dem Mietenverfahren bedürfen – bei einem Anlagenbetrieb von mehr als 12 Monaten an demselben Ort – einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung gemäß § 4 BImSchG i.V.m. 4. BImSchV, Anhang, Nr. 8.7 Spalte 1 (Durchsatz ≥ 10 t/d) bzw. Spalte 2 (Durchsatz < 10 t/d). Bezüglich Abluft und Lärmemissionen sind die Vorgaben gemäß TA Luft und der einschlägigen VDI-Richtlinien (insbesondere VDI 2280) sowie die TA Lärm zu berücksichtigen. Die immissionsschutzrechtliche Genehmigung schließt die anderen, die Anlage betreffenden behördlichen Entscheidungen ein, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen und Zulassungen. Ausgenommen hiervon sind wasserrechtliche Erlaubnisse und Bewilligungen (§ 13 Satz 1 BImSchG).

57.1.2 Kostenermittlung

57.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Biologische Behandlung von Boden / Bauschutt in Mieten	t	

LEISTUNGSBEREICH 57-10-00		MIKROBIOLOGISCHE BEHANDLUNG IN MIETEN (ON-SITE / OFF-SITE)	
BASISKOSTEN BEHANDLUNG			
ON-SITE		OFF-SITE	
kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K [€/t]	kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K [€/t]
< 100	43,00	1 – 1.000	27,50
101 - 500	35,80		
501 - 1.000	32,20	1.001 – 5.000	25,00
1.001 - 2.500	28,60		
2.500 - 5.000	26,90	5.000 - 10.000	22,00
5.000 - 10.000	25,10		
> 10.000	24,70	> 10.000	19,00
Zuschlag maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung ZB [€/t]		6,40	
FEINSTKORNANTEIL			
Feinstkornanteil (<0,063 mm) Gew.-%		Kostenfaktor fF	
<20		1,0	
20 - 25		1,2	
25 - 30		1,4	
30 - 35		1,5	
35 - 40		1,6	

LEISTUNGSBEREICH 57-10-00	MIKROBIOLOGISCHE BEHANDLUNG IN MIETEN (ON-SITE / OFF-SITE)			
WASSERGEHALT				
Wassergehalt %		Kostenfaktor fW		
< 15		1,0		
15 - 25		1,05		
25 - 30		1,15		
30 - 35		1,35		
35 - 40		1,65		
SCHADSTOFFE / KONTAMINATION				
Schadstoffe	Schadstoffanteil (mg/kg)		Kostenfaktor fK	
MKW	5.000 - 10.000		1,0	
PAK	25 - 75			
BTEX	25 - 100			
MKW	10.000 - 15.000		1,3	
PAK	75 - 120			
BTEX	100 - 200			
MKW	15.000 - 25.000		1,4	
PAK	120 - 180			
BTEX	200 - 250			
MKW	> 25.000		1,5	
PAK	> 180			
BTEX	> 250			
REINIGUNGSLEISTUNG / SANIERUNGSZIEL				
Schadstoffe	Sanierungsziel [mg/kg]	Kostenfaktor fR	Sanierungsziel [mg/kg]	Kostenfaktor fR
MKW	< 300	1,4	> 300	1,0
PAK	< 5		> 5	
BTEX	< 1		> 1	
Kosten LB 57-10-00 = MK [t] x ZB [€/t] + MK [t] x K [€/t] x fF x fW x fK x fR = _____ €				

57.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 27-00-00	Zwischenlagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Fassung, Entnahme von Bodenluft
LB 51-00-00	Behandlung von Abluft
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung / Konditionierung
LB 81-00-00	Entsorgung / Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**57 10 00 Biologische Bodenbehandlung
Mietenverfahren**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
57 11 00	(Regenerations-) Miete (off-site)					
01	Grundpreis Biologische Behandlung von Boden / Bauschutt	t	2,90	53,10	27,43	66
	Behandlungsmenge:					
	1 - 1.000 t		16,90	41,90	x 1,0	
	1.001 - 5.000 t		17,90	42,90	x 0,9	
	5.001 - 10.000 t		23,61	36,81	x 0,8	
	> 10.000 t				x 0,7 *	
	Feinstkornanteil (< 63 mm):					
	20 - 25%				x 1,25 *	
	25 - 30%				x 1,4 *	
	30 - 35%				x 1,5 *	
	35 - 40%				x 1,6 *	
	Wassergehalt:					
	15 - 25%				x 1,05 *	
	25 - 30%				x 1,15 *	
	30 - 35%				x 1,35 *	
	35 - 40%				x 1,65 *	
	Schadstoffanteil in mg/kg (Kategorien A-D exemplarisch):					
	MKW PAK BTEX					
	< 10.000 < 75 < 100 A		16,90	42,90	x 1,0	
	> 10.000 > 75 > 100 B				x 1,3 *	
	> 15.000 > 120 > 200 C				x 1,4 *	
	> 25.000 > 180 > 250 D		#	#	x #	
	Sanierungsziel in mg/kg (Kategorien A und B exemplarisch):					
	MKW PAK BTEX					
	1000 20 5 A				x 1,4 *	
	300 5 1 B				x 1,0 *	
57 12 00	Mietenverfahren on-site					
01	maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung mit Berieselungsanlage, Steuerungssystem einschl. Herrichtung von Flächen zur Bodenbehandlung und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	t			6,40 *	
	mit Einhausung				x 1,0 *	
	ohne Einhausung				#	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

57 10 00 Biologische Bodenbehandlung**Mietenverfahren**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
02	Grundpreis Bodenbehandlung	t			35,80 *	
	Behandlungsmenge:					
	101 - 500 t				x 1,0 *	
	501 - 1.000 t				x 0,9 *	
	1.000 - 2.500 t				x 0,8 *	
	2.501 - 5.000 t				x 0,75 *	
	5.001 - 10.000 t				x 0,7 *	
	> 10.000 t				x 0,69 *	
	Feinstkornanteil (< 63 µm):					
	20 - 25%				x 1,25 *	
	25 - 30%				x 1,4 *	
	30 - 35%				x 1,5 *	
	35 - 40%				x 1,6 *	
	Wassergehalt:					
	15 - 25%				x 1,05 *	
	25 - 30%				x 1,15 *	
	30 - 35%				x 1,35 *	
	35 - 40%				x 1,65 *	
	Schadstoffanteil in mg/kg (Kategorien A und B exemplarisch):					
	MKW PAK BTEX					
	> 5.000 > 25 > 25 A				#	
	> 10.000 > 75 > 100 B				#	
	Sanierungsziel in mg/kg (Kategorien A und B exemplarisch):					
	MKW PAK BTEX					
	1000 20 5 A				x 1,0 *	
	300 5 1 B				x 1,2 *	
	100 2 # C				x 1,4 *	
# keine Kostendaten vorhanden						
* Daten aus LB 1997 / 1998						

57.2 Biologische Behandlung in Beeten / Landfarming

57.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Das Landfarming-Verfahren weist Gemeinsamkeiten mit dem Mietenverfahren auf, stellt jedoch deutlich geringere Anforderungen an Verfahrenstechnik und Prozesssteuerung.

Beim Landfarming wird der belastete Boden in dünnen Lagen (Schichtdicke 0,2-0,4 m) in großen Flachbeeten ausgelegt. Das verunreinigte Bodenmaterial wird durch wiederholte Bearbeitung mit landwirtschaftlichen Maschinen (Egge, Pflug, Fräse) mechanisch aufgelockert, wodurch die Sauerstoffversorgung verbessert wird. Der Schadstoffabbau kann zusätzlich durch Infiltration von Nährlösungen und Mikroorganismen gefördert werden. Aufgrund der fehlenden Abdeckung kann es insbesondere während der Bearbeitungsphasen zu einem Ausstreifen von Schadstoffen in die Atmosphäre kommen. Gegebenenfalls können die Behandlungsflächen mit einer Basisabdichtung versehen werden, die eine Fassung des Sickerwassers ermöglicht.

Das Landfarming wird aufgrund seiner relativ geringen Behandlungskosten häufig zur Sanierung von größeren Bodenmengen, die mit aerob leicht abbaubaren Schadstoffen verunreinigt sind (z. B. MKW), eingesetzt. Die Behandlungsdauer ist bei diesem Verfahren relativ lang, da aufgrund der fehlenden Abdeckung das zu behandelnde Bodenmaterial der Witterung ausgesetzt ist und somit bei Frostperioden der biologische Schadstoffabbau vorübergehend nahezu zum Stillstand kommen kann.

Der Flächenbedarf ist aufgrund der geringen Schichtdicke des Bodens wesentlich größer als beim Mietenverfahren. Aufgrund dieser Eigenschaft ist das Landfarming-Verfahren vorrangig in den USA von praktischer Bedeutung, während es in Deutschland nur geringe Praxisrelevanz besitzt.

Abweichend zur Anwendung in Deutschland wird unter Landfarming in den USA das Untermischen kontaminierter Böden unter unbelastetes Material, z.T. unter Zugabe von Klärschlamm, verstanden. Ebenso wird in den USA die in-situ-Sanierung großflächiger oberflächennaher Kontaminationen durch Bearbeitung mit landwirtschaftlichen Geräten unter Zumischung von Nährlösungen und / oder Bakterienkulturen verstanden.

57.2.2 Kostenermittlung

57.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Biologische Behandlung in Beeten / Landfarming	t	

LEISTUNGSBEREICH 57-20-00 *	MIKROBIOLOGISCHE BEHANDLUNG IN BIOBEETEN / LANDFARMING *	
BASISKOSTEN BIOBEET		
Kontaminierte Masse	Kostenansatz K[€/t]	
< 100	39,40	
101 - 500	33,70	
501 - 1.000	28,12	
1.001 - 5.000	25,30	
5.000 - 10.000	22,50	
10.000 - 20.000	19,70	
> 20.000	15,50	
FEINSTKORNANTEIL		
Feinstkornanteil (< 0,063 mm) Gew.-%	(Kurzzeich. n. DIN 18196)	Variable fF
< 10	(GE / GW / GI / SW / SI)	1,0
10 - 15	(SE / SU´)	1,2
15 - 25	(SU)	1,3
25 - 60	(SÜ)	1,5
> 60	(UL / UM)	1,8
Kosten LB 57-20-00 = MK [t] x K[€/t] x fF = _____ €		

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

57.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 27-00-00	Zwischenlagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen zur Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Fassung, Entnahme von Bodenluft
LB 51-00-00	Behandlung von Abluft
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung / Konditionierung
LB 81-00-00	Entsorgung / Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**57 20 00 Biologische Bodenbehandlung
Beete / Landfarming**

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
57	21 00	Beete / Landfarming (off-site)					
	01	Grundpreis Bodenbehandlung	t			28,12 *	
		Behandlungsmenge:					
		< 100				x 1,4 *	
		101 - 500				x 1,2 *	
		501 - 1.000				x 1,0 *	
		1.001 - 5.000				x 0,9 *	
		5.000 - 10.000				x 0,8 *	
		10.000 - 20.000				x 0,7 *	
		> 20.000				x 0,55 *	
		Feinstkornanteil (< 63 mm):					
		20 - 25%				x 1,0 *	
		25 - 30%				x 1,15 *	
		30 - 35%				x 1,3 *	
		35 - 40%				x 1,4 *	
		Wassergehalt:					
		15 - 25%				#	
		25 - 30%				#	
		30 - 35%				#	
		35 - 40%				#	
		Schadstoffanteil in mg/kg (Kategorien A-D exemplarisch)					
		MKW PAK BTEX					
		> 5000 > 25 > 25 A				#	
		> 10.000 > 75 > 100 B				#	
		> 15.000 > 120 > 200 C				#	
		> 25.000 > 180 > 250 D				#	
		Sanierungsziel (Kategorien A und B exemplarisch)					
		MKW PAK BTEX					
		1000 20 5 A*				x 1,0 *	
		300 5 1 B**				x 1,4 *	
		*: Z 2-Wert der LAGA-Liste					
		**: Z 1.1-Wert der LAGA-Liste					
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

57.3 Biologische Behandlung in Reaktoren

57.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Das Verfahrensprinzip der Reaktortechnik beruht auf dem Eintrag mechanischer Energie in den Boden, wodurch das Bodenmaterial aufgeschlossen und homogenisiert wird. Darüber hinaus wird die Desorption und Solubilisierung der Schadstoffe, d.h. der Übergang der Kontaminanten in die wässrige Phase gefördert und damit deren Bioverfügbarkeit erhöht. Es kommen vertikal und horizontale Bioreaktoren zur Anwendung. Der hohe Homogenisierungsgrad, der in Bioreaktoren realisiert werden kann, ermöglicht einen intensiven und kontinuierlichen Kontakt zwischen Schadstoffen, Mikroorganismen, Nährstoffen, Wasser und Luftsauerstoff. Dadurch kann eine Beschleunigung des Schadstoffabbaues sowie eine Verbesserung der Reinigungsleistung erreicht werden. Da es sich bei Bioreaktoren um geschlossene Systeme handelt, können die den biologischen Schadstoffabbau limitierenden Faktoren (u. a. Sauerstoff- und Nährstoffkonzentration, Feuchtigkeit, pH-Wert, Temperatur) besser überwacht und reguliert werden als dies bei einer *in-situ*-Behandlung oder bei anderen *on-site*-Verfahren (z. B. Mietenverfahren) der Fall ist. Darüber hinaus ist eine gezielte Emissionskontrolle von ausgasenden Schadstoffen bzw. Abbauprodukten möglich.

Die Bodenbehandlung in Bioreaktoren ermöglicht aufgrund der hohen Bioverfügbarkeit der Schadstoffe, der Einstellung optimaler Abbaubedingungen und der vollständigen Emissionskontrolle eine deutliche Erweiterung des Spektrums der behandelbaren Schadstoffe. Bioreaktoren werden daher häufig gezielt zur Behandlung von Bodenkontaminationen eingesetzt, deren Sanierung mittels konventioneller Verfahren Probleme bereitet. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang z. B.

- Bodenbelastungen durch Kontaminanten mit geringer Wasserlöslichkeit,
- Bodenkontaminationen durch flüchtige Schadstoffe,
- Bodenverunreinigungen mit sehr heterogener Schadstoffverteilung.

Die Behandlung des Bodens erfolgt in speziellen geschlossenen Behältern, den Reaktoren, in denen das kontaminierte Bodenmaterial unter optimierten Milieubedingungen kontinuierlich oder zeitweise umgewälzt wird. In Abhängigkeit vom Wassergehalt des behandelten Bodenmaterials wird prinzipiell unterschieden zwischen

- **Feststoffverfahren** (Wassergehalt des Bodenmaterials beträgt etwa 50 -70 % der maximalen Wasserhaltekapazität) und
- **Suspensionsverfahren** (die Behandlung des Bodens erfolgt als Boden/Wasser-Suspension mit einem Feststoffanteil von 25-50 %).

Feststoffreaktoren werden entsprechend dem jeweiligen Bauprinzip eingeteilt u. a. in Drehtrommel-, Röhren-, Wannen- und Flachbettreaktoren. Bezüglich der vorhandenen Mischeinrichtungen wird unterschieden zwischen statischen Bioreaktoren (unbewegliche Reaktoren, bei denen die Mischung des Bodens durch innenliegende Rührwellen oder Transportschnecken erfolgt) und dynamischen Bioreaktoren (um ihre Längsachse rotierende Reaktoren, in deren Inneren Misch- und Schneideblätter unbeweglich installiert sind).

Feststoffreaktoren werden vorwiegend zur Behandlung von grobkörnigen Böden mit geringen Anteilen bindiger Materialien eingesetzt. Bei der Behandlung feinkörniger Böden kommt es in diesen Reaktoren häufig zur Aggregation von Bodenpartikeln, wodurch die Sauerstoffversorgung behindert wird.

Zur Behandlung von feinkörnigen, bindigen Böden sind Suspensionsreaktoren besser geeignet als Feststoffreaktoren. Das Verfahrensprinzip der Suspensionsreaktoren beruht auf dem hydraulischen Aufschluss des Bodenmaterials. Durch Zugabe von Wasser wird bei diesem Verfahren die maximale Wasserhaltekapazität des Bodens deutlich überschritten, so dass Bodenschlämme entstehen. Durch den Einsatz von Rührreinrichtungen können in diesen Reaktoren sehr homogene Gemische erreicht werden. Die Bauprinzipien der Suspensionsreaktoren stammen im wesentlichen aus dem Bereich der Abwasser- und Schlammbehandlung. Neben Rührreaktoren kommen auch Schlaufen- und Wirbelschichtreaktoren zum Einsatz, in denen eine Kreislaufführung der Bodensuspension erfolgt. Bei Airlift-Reaktoren wird eine Durchmischung der Bodensuspension durch am Reaktorboden eingeleitete Luft erreicht, welche die Bodenpartikel in der Schwebe hält.

Als Nachteile von Suspensionsreaktoren sind der erhöhte Aufwand bei der Herstellung der Bodensuspensionen sowie die nach Abschluss der Behandlung erforderliche Entwässerung der Bodensuspension anzusehen.

Reaktorverfahren können sowohl *on site* als auch *off site* eingesetzt werden. Grundsätzlich ist jedoch festzustellen, dass sich Reaktorverfahren weitgehend noch in der Entwicklungs- und Erprobungsphase befinden. Großtechnisch kommt Reaktorverfahren am Anteil der biologischen Bodenbehandlung bislang nur geringe Bedeutung zu. Vereinzelt werden Suspensionsreaktoren im technischen Maßstab in Kombination mit Bodenwaschverfahren angewendet. Dabei erfolgt in den Suspensionsreaktoren eine biologische Behandlung der zuvor abgetrennten Feinkornfraktion des kontaminierten Bodenmaterials.

Bei Bioreaktoren handelt es sich um Anlagen zur Behandlung von verunreinigten Böden. Diese Anlagen bedürfen einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung. Nach § 4 Abs. 1 BImSchG i.V.m. § 1 Abs. 1 und Nr. 8.7 des Anhangs der 4. BImSchV bedürfen Anlagen zur Behandlung von verunreinigtem Boden einer Genehmigung durch die nach den landesrechtlichen Vorschriften zuständige Behörde, soweit den Umständen nach zu erwarten ist, dass sie länger als zwölf Monate an demselben Ort betrieben werden.

Bei Bodenbehandlungsanlagen mit einem Durchsatz von mindestens 10 t/d ist das Verfahren nach § 10 BImSchG anzuwenden. Für die Genehmigung Behandlungsanlagen mit einem Durchsatz < 10 t/d ist gemäß § 19 Abs. 1 BImSchG i.V.m. § 2 Abs. 1 Nr. 2, Abs. 2, Anhang Nr. 8.7 4. BImSchV ein vereinfachtes Verfahren durchzuführen. Das vereinfachte Verfahren kommt auch bei Anlagen zur Anwendung, die ausschließlich oder überwiegend der Entwicklung und Erprobung neuer Verfahren dienen (Versuchsanlagen).

57.3.2 Kostenermittlung

57.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Biologische Behandlung in Reaktoren	t	

LEISTUNGSBEREICH 57-30-00*	MIKROBIOLOGISCHE BEHANDLUNG IN REAKTOREN (ON-SITE / OFF-SITE) *	
BASISKOSTEN REAKTOR		
Leistung	Kostenansatz K[€/t]	
Behandlung in Bioreaktoren	123	
FEINSTKORNANTEIL		
Feinstkornanteil (< 0,063 mm) Gew.-%	(Kurzzeich. n. DIN 18196)	Variable fF
< 10	(GE / GW / GI / SW / SI)	1,0
10 - 15	(SE / SU')	1,2
15 - 25	(SU)	1,5
25 - 60	(SÜ)	1,8
> 60	(UL / UM)	2,0
Kosten LB 57-30-00 = MK [t] x K[€/t] x fF = _____ €		

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

57.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 27-00-00	Zwischenlagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Fassung, Entnahme von Bodenluft
LB 51-00-00	Behandlung von Abluft
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung / Konditionierung
LB 81-00-00	Entsorgung / Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich
57 30 00 Biologische Bodenbehandlung
Reaktorverfahren

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
57 31 00	Reaktortechnik (off-site)					
01	Grundpreis Bodenbehandlung	t			122,71 *	
	Behandlungsmenge:					
	1 - 100 t				x 1,0 *	
	101 - 500 t				x 0,7 *	
	501 - 1.000 t				#	
	1.000 - 2.500 t				#	
	2.501 - 5.000 t				#	
	5.001 - 10.000 t				#	
	> 10.000 t				#	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

57 30 00 Biologische Bodenbehandlung**Reaktorverfahren**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Feinstkornanteil (< 63 mm):					
	20 - 25%				#	
	25 - 30%				#	
	30 - 35%				#	
	35 - 40%				#	
	Wassergehalt:					
	15 - 25%				#	
	25 - 30%				#	
	30 - 35%				#	
	35 - 40%				#	
	Schadstoffanteil in mg/kg (Kategorien A-D exemplarisch)					
	MKW PAK BTEX					
	> 5000 > 25 > 25 A				#	
	> 10.000 > 75 > 100 B				#	
	> 15.000 > 120 > 200 C				#	
	> 25.000 > 180 > 250 D				#	
	Sanierungsziel (Kategorien A und B exemplarisch)					
	MKW PAK BTEX					
	1000 20 5 A*				x 0,6 *	
	300 5 1 B**				x 1,0 *	
	*: Z 2-Wert der LAGA-Liste					
	**: Z 1.1-Wert der LAGA-Liste					
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

57.4 Biologische Behandlung *in-situ*

57.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Im Gegensatz zu den *on/off-site*-Verfahren verbleibt bei der *in-situ*-Behandlung der kontaminierte Boden bzw. das belastete Grundwasser in ihren standortspezifischen Lagerungsverhältnissen. Ein Aushub von belastetem Bodenmaterial ist somit nicht erforderlich. *In-situ*-Verfahren eignen sich daher auch für die Sanierung von Flächen, bei denen die Zugänglichkeit der kontaminierten Bodenbereiche aufgrund vorhandener Gebäude, Anlagen, Ver- und Entsorgungsleitungen u.ä. stark eingeschränkt ist.

Eine Schwierigkeit der *in-situ*-Verfahren im Vergleich zu Mieten- oder Reaktorverfahren besteht darin, dass sowohl die Abbaubedingungen (u. a. Sauerstoff- und Nährstoffversorgung in der Sanierungszone) als auch der Sanierungserfolg schwerer zu kontrollieren sind. Anwendungsgrenzen ergeben sich darüber hinaus durch die i.d.R. relativ lange Sanierungsdauer (Monate bis Jahre) sowie durch im Boden verbleibende Restkonzentrationen, die zu Nutzungseinschränkungen des Geländes bzw. des Grundwassers führen können.

In-situ-Verfahren können sowohl zur Behandlung der ungesättigten als auch der gesättigten Bodenzone eingesetzt werden. Voraussetzung für die mikrobiologische *in-situ*-Sanierung ist die Bioverfügbarkeit der im Untergrund vorhandenen Schadstoffe. Die Zugänglichkeit der Schadstoffe für den mikrobiellen Abbau wird zum einen von den geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten vor Ort und zum anderen von Art, Konzentration und Verteilung der im Boden vorhandenen Schadstoffe bestimmt. Ein wesentliches Kriterium stellt dabei die Durchlässigkeit der zu sanierenden Bodenzone dar. Um eine gleichmäßige Sauerstoff- und Nährstoffversorgung aller Bodenbereiche zu gewährleisten, ist i.a. eine Durchlässigkeit des Bodens von $k_f > 10^{-4}$ m/s erforderlich.

Um die Möglichkeiten einer mikrobiologischen *in-situ*-Sanierung abschätzen zu können, sind umfangreiche Voruntersuchungen zur Klärung folgender Sachverhalte erforderlich:

- **Geologische Standorteigenschaften:** u. a. Bodenaufbau (Schichtenfolge, Lagerung etc.), Kornverteilung, Porosität, Durchlässigkeiten (k_f -Wert);
- **Hydrogeologische Standorteigenschaften:** u. a. Flurabstand, Grundwasserfließrichtung, Grundwasserspiegelschwankungen;
- **Schadstoffsituation:** u. a. Art, Konzentration und räumliche Verteilung der Schadstoffe, Bioverfügbarkeit, Ökotoxizität;
- **Mikrobiologische Standortcharakterisierung:** u. a. Stoffwechselaktivität der standorteigenen (= autochthonen) Mikroflora, Abbaupotential der autochthonen Mikroflora bezüglich der vorliegenden Schadstoffe, Möglichkeiten zur Optimierung der Abbauleistung.

Um bei der biologischen *in-situ*-Sanierung eine möglichst rasche und effiziente Schadstoffdegradation zu erreichen, müssen die den biologischen Schadstoffabbau limitierenden Faktoren (u. a. Sauerstoff- und Nährstoffmangel, ungünstige pH-Verhältnisse, geringe Bioverfügbarkeit der Schadstoffe) mittels verfahrenstechnischer Maßnahmen beeinflusst werden. In Abhängigkeit von der Tiefenlage der Kontamination kommen hierzu unterschiedliche Verfahrenstechniken zur Anwendung.

Zur biologischen *in-situ*-Sanierung der oberflächennahen ungesättigten Bodenzone können das **Landfarming**-Verfahren (siehe Kapitel 57.2) und **Phytoremediationsverfahren** (siehe Kapitel 57.5) eingesetzt werden.

Zur biologischen Behandlung von tieferen Bereichen der ungesättigten Bodenzone bzw. zur *in-situ*-Sanierung der gesättigten Bodenzone kommen sowohl pneumatische (Belüftungsverfahren) als auch hydraulische Maßnahmen (Infiltrationsverfahren) zum Einsatz.

Die **Belüftungsverfahren** dienen dazu, die Sauerstofflimitierung des aeroben Schadstoffabbaus aufzuheben. Zu diesem Zweck wird die kontaminierte Bodenzone mit Luftsauerstoff versorgt. Dieses kann mittels unterschiedlicher Verfahrenstechniken realisiert werden. Den einfachsten Fall stellt das sog. Bioventing dar, bei dem Druckluft über Belüftungslanzen in die ungesättigte Bodenzone eingeblasen wird. Alternativ kann eine Belüftung kontaminierter Bereiche auch mittels einer Bodenluftabsaugung erreicht werden, durch die innerhalb des Bodenkörpers eine Luftströmung induziert wird. Eine Kombination der beiden o.g. pneumatischen Verfahren ermöglicht eine Kreislaufführung der Bodenluft und damit eine relativ gleichmäßige Sauerstoffversorgung der zu sanierenden Bodenzone.

Bei Kontaminationen der gesättigten Zone kommt das sog. Biosparging-Verfahren zum Einsatz. Als Biosparging wird die Injektion von Umgebungsluft in den Aquifer bezeichnet. Durch diese Belüftungsmaßnahme wird zum einen eine Desorption der Schadstoffe sowie eine *in-situ*-Strippung flüchtiger Kontaminanten erreicht, und zum anderen der mikrobielle Schadstoffabbau durch Anreicherung des Grundwassers mit Sauerstoff gefördert. Da beim Biosparging aufgrund von Stripp-Effekten Schadstoffe aus der gesättigten in die ungesättigte Bodenzone eingetragen werden können, wird dieses Verfahren häufig mit einer Bodenluftabsaugung kombiniert, wobei das Volumenverhältnis von Injektion zu Absaugung meist im Bereich von 1:5 bis 1:10 liegt. Dadurch kann in der ungesättigten Bodenzone eine kontrollierte Luftströmung erzeugt und eine Verfrachtung von Schadstoffen in unbelastete Bodenbereiche vermieden werden.

Bei den **Infiltrationsverfahren** werden zur Aufhebung derjenigen Milieufaktoren, die den biologischen Schadstoffabbau *in situ* limitieren, Additive in wässriger Lösung in die zu sanierende Bodenzone eingebracht. Die in der Praxis zum Einsatz kommenden Additive lassen sich in die Kategorien **Nährstoffe**, **Elektronenakzeptoren**, **pH-Regulatoren** und **Tenside** unterteilen.

Untersuchungen zeigten, dass eine optimale Nährstoffversorgung der Mikroorganismen und damit ein effizienter Schadstoffabbau bei einem Verhältnis von Kohlenstoff (C) : Stickstoff (N) : Phosphor (P) von etwa C:N:P = 100:10:1 gegeben ist. Bei der Durchführung einer biologischen *in-situ*-Sanierung besteht im Bereich der Kontaminationszone aufgrund der vorhandenen Schadstoffgehalte i.d.R. ein Überschuss an mikrobiell verwertbarem Kohlenstoff. Um diese Nährstofflimitierung aufzuheben, werden im Rahmen von *in-situ*-Dekontaminationsmaßnahmen Stickstoff und Phosphor mittels entsprechend dosierter Nährlösungen in die schadstoffbelasteten Bereiche des Bodens infiltriert. Andere Nährstoffe wie z. B. Kalium, Magnesium und Spurenelemente liegen im Boden in der Regel in ausreichenden Konzentrationen vor und müssen daher nicht von außen zugeführt werden.

Um organische Schadstoffe oxidativ abzubauen zu können, sind Mikroorganismen auf die Anwesenheit von Substanzen angewiesen, die als Elektronenakzeptoren dienen können. Für den praktischen Einsatz im Rahmen von mikrobiologischen Sanierungsverfahren stehen hierzu molekularer Sauerstoff (O₂), Wasserstoffperoxid (H₂O₂), sog. Oxygen Releasing Materials (ORM) sowie Nitrate (NO₃⁻) zur Verfügung. Molekularer Sauerstoff kann entweder gelöst mit dem Infiltrationswasser oder gasförmig mittels Lanzen (s.o. Abschnitt „Belüftungsverfahren“) in den Boden eingebracht werden. Wasserstoffperoxid und ORM werden in Form wässriger Lösungen in den Boden infiltriert, wo sie durch autolytischen oder geochemisch bzw. biologisch katalysierten Zerfall zu einer Freisetzung von Sauerstoff führen. Die Zufuhr von Nitrat als Elektronenakzeptor setzt voraus, dass die im Boden vorhandenen Schadstoffe anaerob abgebaut werden können. Bei Abwesenheit von molekularem Sauerstoff können bestimmte Bakterien den im Nitrat gebundenen Sauerstoff als Elektronenakzeptor nutzen (anaerobe Atmung). Die durch Zusatz von Nitrat erreichbaren Abbaugeschwindigkeiten sind jedoch in der Regel geringer als unter aeroben Bedingungen.

Durch die Infiltration von Tensiden kann die Bioverfügbarkeit der im Boden vorhandenen Schadstoffe erhöht werden. Sofern die durchgeführten Voruntersuchungen ergeben haben, dass im Bereich der Sanierungszone für den biologischen Schadstoffabbau ungünstige pH-Bedingungen vorliegen, kann eine Regulation des pH-Wertes durch Infiltration entsprechend eingestellter Pufferlösungen erzielt werden.

Bei der biologischen Sanierung der ungesättigten Bodenzone erfolgt die Infiltration in Abhängigkeit vom Tiefenprofil und der lateralen Ausdehnung der Kontamination über Versickerungsleitungen bzw. -brunnen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Additive in der Regel aufgrund von Sorptions- und Zerfallsprozessen nur in einem vergleichsweise kleinräumigen Bereich um die Infiltrationsstelle wirksam sind (Nahwirkung). Um eine gleichmäßige und ausreichende Versorgung des Schadensbereiches mit Additiven zu gewährleisten, ist daher u.U. eine hohe Dichte an Infiltrationsstellen erforderlich. Bei einer *in-situ*-Sanierung der ungesättigten Zone sind zeitlicher Ablauf und Volumen der Infiltrationsmaßnahmen verfahrenstechnisch in der Weise zu gestalten, dass ein vertikaler Austrag von Schadstoffen, Abbauprodukten und/oder Additiven in die gesättigte Zone vermieden wird.

Bei der *in-situ*-Sanierung der gesättigten Zone wird das Infiltrationsmedium in Kreislauf geführt. Der hydraulische Kreislauf wird dadurch realisiert, indem kontaminiertes Grundwasser abgepumpt, *on site* mittels einer entsprechenden Aufbereitungsanlage behandelt und nach Zugabe von Additiven in die Sanierungszone reinfiltiert wird. Durch entsprechende Anordnung der Infiltrations- bzw. Entnahmefunnen kann sowohl eine horizontale als auch eine vertikale Grundwasserströmung induziert werden. Grundsätzlich sind die Anordnung der Brunnen sowie die Entnahme- und Infiltrationsvolumina so zu gestalten, dass ein Abströmen von kontaminiertem Grundwasser aus der Sanierungszone in unbelastete Bereiche des Aquifers verhindert wird. Erreicht werden kann dies u. a. dadurch, dass im Schadensbereich deutlich mehr Grundwasser entnommen als reinfiltiert wird. Eine weitere verfahrenstechnische Möglichkeit stellt die sog. Schutzinfiltration dar, bei der im Randbereich der Kontamination Grundwasser aus unbelasteten Aquiferbereichen bzw. –stockwerken infiltriert wird.

Bei der Aufbereitung des entnommenen Grundwassers werden in der Regel neben den Schadstoffen auch Eisen und Mangan entfernt, um Verockerungsprozesse, welche die Leistungsfähigkeit nachfolgender Behandlungsstufen bzw. der Infiltrationsbrunnen beeinträchtigen können, zu vermeiden.

In-Situ-Sanierungsmaßnahmen beinhalten i. d. R. Benutzungstatbestände, die nach § 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) eine Erlaubnis oder Bewilligung erfordern. Die Infiltration von Additiven zur Optimierung der Abbaubedingungen stellt eine Gewässerbenutzung i.S. des § 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG dar. Auch die Entnahme von Grundwasser sowie hydraulische Sicherungsmaßnahmen, die zu einem Aufstauen oder einer Veränderung der Strömungsrichtung des Grundwassers führen, stellen gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 6 bzw. Abs. 2 Nr. 1 WHG eine erlaubnispflichtige Gewässerbenutzung dar.

57.4.2 Kostenermittlung

57.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Infiltrationslanzen liefern, einbauen	m	
Vakuumburunen herstellen	m	
Voruntersuchungen, Eigenüberwachung, Dokumentation	m ³	
Installation und Vorhalten der Behandlungsanlage	psch.	m ³
Biologische Bodenbehandlung in-situ	m ³	
Verbrauchsdaten (Nährstoffe, Wasser, Energie)	Mt	

57.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 27-00-00	Zwischenlagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Fassung, Entnahme von Bodenluft

LB 51-00-00	Behandlung von Abluft
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung / Konditionierung
LB 81-00-00	Entsorgung / Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**57 40 00 Biologische Bodenbehandlung
In-situ-Verfahren**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
57 41 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten, Vorhalten und Räumen der maßnahmespezifischen Baustelleneinrichtung	psch.	5.506,60	9.519,70	7.513,15	2
57 42 00	Erdarbeiten, Bohrarbeiten					
01	Infiltrationslanzen liefern und einbauen (durch Rammen), einschl. verlorene Spitzen, Filterrohr, Vollrohr, Verfüllung	lfm	61,40	81,80	71,60	2
02	Infiltrationspegel liefern und einbauen (durch Bohren), einschl. Filterrohr und Vollrohr, Tiefe bis 9 m	lfm	49,90	102,80	76,35	2
03	Vakuumburden liefern und einbauen (durch Bohren), einschl. Filterkies und Abdichtung, Durchmesser 50 mm, Tiefe bis max. 12 m	lfm	81,30	115,00	102,41	8
04	Dampfinjektionspegel liefern und einbauen	Stck.	940,10	940,10	940,10	1
57 43 00	Voruntersuchungen, Eigenüberwachung, Dokumentation (s. auch LB 13-40-00)					
	gesättigte Zone:					
01	Eingangsanalytik	m³			5,50 *	
02	Durchführung von Abbauversuchen	m³			0,35 *	
03	Eigenüberwachung, incl. Endanalytik	m³			22,50 *	
04	Kontrolle und Überwachung der Behandlungsanlage	m³			3,38 *	
05	Technische Betriebsleitung (Bau- und Sanierungstagebuch, Erfassung, Darstellung und Interpretation der Meßwerte, Berichterstellung)	m³			30,79 *	
	ungesättigte Zone:					
06	Durchführung von Abbauversuchen, je m³ zu sanierender Boden	m³	0,19	0,28	0,24	2
07	Anzucht Mikrobensuspension	m³	1.790,00	1.790,00	1.790,00	1
08	Bestimmung organischer Status des Ausgangsmaterials und Koloniezahl	Stck.	110,00	110,00	110,00	1
09	Selektion abbauaktiver Mikroorganismen (MO)	Stck.	168,70	168,70	168,70	1
10	Adaption der gewonnen MO an nachgewiesene Schadstoffkomponenten	Stck.	1.257,80	1.257,80	1.257,80	1
11	Abbauversuch zur Nährstoffoptimierung, Auswertung und Dokumentation (Sanierungsziel, Sanierungsdauer)	Stck.	1.917,30	1.943,00	1.930,15	2
12	Fixierung des optimalen Nährstoffregimes, Adaption der MO auf das Substrat	Stck.	444,80	444,80	444,80	1
13	Selektion der leistungsfähigsten abbauaktiven MO aus Biodegradationssubstanz	Stck.	757,00	757,00	757,00	1
14	Kultivierung und Vorhalten der gewonnenen Hochleistungspopulation in Zellkulturbank bis zum Einsatz	Stck.	384,00	384,00	384,00	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich

57 40 00 Biologische Bodenbehandlung**In-situ-Verfahren**

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	15	Untersuchung von Sauerstoffzehrung, Temperatur (in-situ)	Stck.	9,20	9,20	9,20	1
	16	Mikrobiologische Untersuchung (Labor)	Stck.	517,20	517,20	517,20	1
	17	Untersuchung Nährstoffgehalt im Boden (Labor)	Stck.	17,90	73,00	45,45	2
	18	Eigenüberwachung	m³	2,40	6,50	4,45	2
	19	Kontrolle und Überwachung der Behandlungsanlage	m³			4,09 *	
	20	Technische Betriebsleitung und Biologische Fachbetreuung (Bau- und Sanierungstagebuch, Erfassung, Darstellung und Interpretation der Messwerte, Konditionierung Nährstoffe, Berichterstellung)	m³	5,60	5,60	5,60	1
	21	Abschlussdokumentation	psch.	3.988,00	13.690,00	8.839,00	2
57	44	00 In-situ-Verfahren, gesättigte Zone					
		Installation und Inbetriebnahme:					
	01	Installation und Vorhalten der Behandlungsanlage (unterirdisch, ausschl. der Brunnen)	m³			34,51 *	
	02	Installation und Vorhalten der Behandlungsanlage (oberirdisch)	m³			60,84 *	
	03	Bodenbehandlung	m³			23,01 *	
		Behandlungsvolumen:					
		< 100 m³				x 1,8 *	
		101 - 500 m³				x 1,3 *	
		501 - 1.000 m³				x 1,0 *	
		1.000 - 2.500 m³				x 0,9 *	
		2.501 - 5.000 m³				x 0,8 *	
		5.001 - 10.000 m³				x 0,6 *	
		> 10.000 m³				x 0,25 *	
57	45	00 In-situ-Verfahren, ungesättigte Zone					
		Installation, Inbetriebnahme:					
	01	Infiltrations- und Belüftungsanlage anliefern, installieren, abbauen; einschl. aller zugehörigen Anlagenteile	psch.	5.420,00	25.098,00	13.619,33	3
	02	Dampfinjektionsanlage liefern, installieren und vorhalten	psch.	22.572,50	22.572,50	22.572,50	1
	03	Verbindungsleitungen verlegen zu Sanierungsbrunnen / Injektionslanzen	m	3,30	18,40	8,90	4
		Vorhalten, Warten, Betreiben:					
	04	Infiltrations- und Belüftungsanlage vorhalten und betreiben, einschl. aller zugehörigen Anlagenteile					
		Miete bis 24. Monat	Mt	690,00	1.503,00	1.103,00	3
		Miete ab 25. Monat	Mt	562,00	1.120,00	841,00	2
	05	Dampfinjektionsanlage betreiben und warten	Mt	2.586,00	2.586,00	2.586,00	1
	06	Installation und Vorhalten der Behandlungsanlage einschl. aller zugehörigen Anlagenteile (ohne Sanierungsbrunnen)	m³	8,14	19,21	14,92	3

LB-AF Nr. Leistungsbereich

57 40 00 Biologische Bodenbehandlung**In-situ-Verfahren**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
07	Bodenbehandlung in-situ Volumen: 25 - 100 m³ 101 - 500 m³ 501 - 1.000 m³ 1.000 - 2.500 m³ 2.501 - 5.000 m³ 5.001 - 10.000 m³ > 10.000 m³	m³	21,80	21,80	21,80 x 1,2 * x 1,1 * x 1,1 * x 1,0 * x 1,0 x 0,8 * x 0,7 *	1
08	Adaptieren, Liefern und Einbringen von natürlichen Mikroorganismen, Nähr- und Hilfsstoffen, Spurenelementen und Vitaminen	m³	4,10	4,10	4,10	1
09	Wartung der Behandlungsanlage Verbrauchskosten:	Stck.	470,00	470,00	470,00	1
10	Verbrauch an Nährstoffen, Energie, Wasserversorgung	Mt	1.943,00	1.943,00	1.943,00	1
11	Stromverbrauch	Mt	22,50	22,50	22,50	1
12	Lieferung, Rücknahme, Reaktivierung von Luftaktivkohle	kg	#	#	#	0
13	Entsorgung kontaminierter Flüssigkeit aus Vakuumanlage	m³	444,80	444,80	444,80	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

57.5 Phytoremediation

57.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei der Phytoremediation werden höhere Pflanzen zur Sanierung von mit anorganischen oder organischen Schadstoffen belasteten Flächen eingesetzt. Der Anwendungsbereich dieser Verfahren beschränkt sich dabei in erster Linie auf Standorte mit oberflächennahen Bodenkontaminationen. Im Hinblick auf den Stand der technischen Anwendung von Phytoremediationsverfahren ist festzustellen, dass diese Technologie in den USA derzeit eine deutlich größere Praxisbedeutung besitzt als in Deutschland, wo diese Verfahren bislang vorrangig im Rahmen von Forschungsvorhaben zur Anwendung kamen.

Anhand der biochemischen Prozesse, die bei der Phytoremediation zur Reinigung schadstoffbelasteter Böden genutzt werden, lassen sich die nachfolgend näher beschriebenen Verfahrenstechniken unterscheiden.

Die **Phytoextraktion** stellt das derzeit am häufigsten angewendete Phytoremediationsverfahren dar. Bei diesem Verfahren werden auf der zu sanierenden Fläche Pflanzen angebaut, die für die vorhandenen Schadstoffe ein besonders hohes Anreicherungsvermögen besitzen (sog. Hyperakkumulatoren). Die Pflanzen nehmen die Schadstoffe über die Wurzeln aus dem Boden auf und reichern diese im Pflanzengewebe an. Die Pflanzen werden anschließend geerntet und die kontaminierte pflanzliche Biomasse einer ordnungsgemäßen Entsorgung, z. B.

mittels thermischer Verfahren, zugeführt. Phytoextraktionsverfahren werden bislang vorrangig zur Dekontamination von schwermetallbelasteten Böden eingesetzt, wobei in Abhängigkeit von Pflanzenart sowie Art und Höhe der Schwermetallbelastung die Schadstoffmengen, die mittels dieser Verfahren dem Boden entzogen werden können, zwischen einigen g und kg/ha betragen können.

Der Begriff **Phytodegradation** bezeichnet Verfahren, bei denen die von den Pflanzen aus dem Boden aufgenommenen Schadstoffe innerhalb des Pflanzengewebes metabolisiert, d.h. durch pflanzliche Stoffwechselprozesse abgebaut werden. Phytodegradationsverfahren können zur Reinigung von Böden, die durch organische Schadstoffe belastet sind, eingesetzt werden. Untersuchungen zeigten die grundsätzliche Eignung dieses Verfahrens u. a. für die Sanierung von Bodenbelastungen durch Mineralöle, chlorierte Lösungsmittel und sprengstofftypische Verbindungen.

Bei der **Rhizodegradation** erfolgt der Schadstoffabbau nicht innerhalb des Pflanzengewebes sondern in der Wurzelzone. Die Degradationsprozesse werden dort entweder durch von den Pflanzenwurzeln ausgeschiedene Enzyme oder durch vergesellschaftete Bodenorganismen (Bakterien, Pilze) katalysiert.

Unter dem Begriff **Phytostabilisierung** werden Verfahren zusammengefasst, bei denen durch Bepflanzung einer kontaminierten Fläche die Ausbreitung der im Boden vorhandenen Schadstoffe verringert werden kann. Durch die Wasseraufnahme der Pflanzen wird die Bildung von Sickerwasser reduziert und damit einem Auswaschen von Schadstoffen in tiefere Bodenschichten entgegengewirkt. Auch Veränderungen der chemisch-physikalischen Milieubedingungen im Wurzelbereich können zu einer Verminderung der Schadstoffausbreitung führen, wenn hierdurch die im Bodenwasser gelöst vorliegenden und damit mobilen Schadstoffanteile in eine unlösliche Form überführt werden. Darüber hinaus vermindert die Vegetationsbedeckung einer kontaminierten Fläche auch den Schadstofftransfer durch Erosionsvorgänge.

Der Vorteil von Phytoremediationsverfahren besteht darin, dass sie relativ kostengünstig auch auf größeren Flächen einsetzbar sind, da sie nur einen geringen maschinellen Aufwand erfordern. Als nachteilig ist die in der Regel zu erwartende lange Sanierungsdauer zu bewerten. Darüber hinaus können Phytoremediationsverfahren nicht auf Standorten mit Bodenkontaminationen eingesetzt werden, von denen phytotoxische Effekte, d.h. schädigende Wirkungen auf das Pflanzenwachstum ausgehen.

58 Elektrokinetische Bodenbehandlung

58.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

58.1.1 Allgemeines

Die Sanierung bebauter und revitalisierter Altlastenstandorte ist zunehmend an Verfahren gebunden, durch deren Einsatz das Auskoffern des schadstoffbelasteten Bodens vermieden werden kann. Ein derartiges in-situ anwendbares Verfahren stellt die elektrokinetische Sanierung kontaminierter Böden dar. Durch die Erzeugung eines elektrischen Feldes im kontaminierten Untergrund ermöglichen elektrokinetische Prozesse einen gezielten Transport von mobilen Schadstoffen im Boden. Grundvoraussetzung ist das Vorhandensein einer ausreichenden Menge von Porenwasser, das eine hinreichend große elektrische Leitfähigkeit des Untergrundes gewährleistet und als Transportmedium der Schadstoffe dient. Die Elektrokinetik ist hierbei insbesondere für die Entfernung von anorganischen (Schwermetalle, Arsen, Cyanide etc.) als auch polarer (Phenole, Sprengstoffe etc.) und unpolare organischer Schadstoffe (BTEX, LHKW, KW, PAK, PCB, PCDD/F etc.) aus Böden geeignet. Elektrokinetische Sanierungsverfahren eröffnen dabei erstmals die Möglichkeit einer kostengünstigen und erfolgversprechenden In-situ-Sanierung auch feinkörniger hochkontaminierter Böden und Gesteine.

Tabelle 1: Prinzipielle Eignung verschiedener Schadstoffgruppen für die elektrokinetische Bodensanierung
(verändert nach Zorn et al., 2001)

Schadstoffe	geeignet	bedingt geeignet	nicht geeignet
Schwermetalle, Pb, Cd, Cr, Zn, Cu	X		
Schwermetalle (As), Hg		X	
Cyanide		X	
Phenole (organisch / wasserlöslich)	X		
LHKW * (organisch / wasserlöslich)	X	X	X
PAK (organisch / wasserlöslich)		X	

* Die Eignung hängt davon ab, wieviel als Phase vorliegt.

Zur Ausführung werden Elektrodenpaare in den kontaminierten Untergrund eingebracht und an eine Gleichstrom(DC)-Quelle angeschlossen. Das hierbei in den Boden induzierte elektrische Feld regt einen gerichteten Transport des Porenwassers und der darin gelösten mobilen Schadstoffe zu den jeweiligen Elektroden an. An den Elektroden können die Schadstoffe gesammelt, immobilisiert und/oder durch Entzug der kontaminierten Spül- bzw. Elektrodenflüssigkeit mittels Pumpen entfernt werden. Die zur Elimination der Schadstoffe aus dem Boden verwendete Elektrodenflüssigkeit (Wasser mit schadensabhängig die Sanierungsleistung fördernden Additiven) kann nach entsprechender Aufbereitung im Kreislauf gefahren werden. Die Abtrennung der Schadstoffe aus der Elektrodenflüssigkeit erfolgt mittels spezieller Verfahren (z. B elektrochemisch).

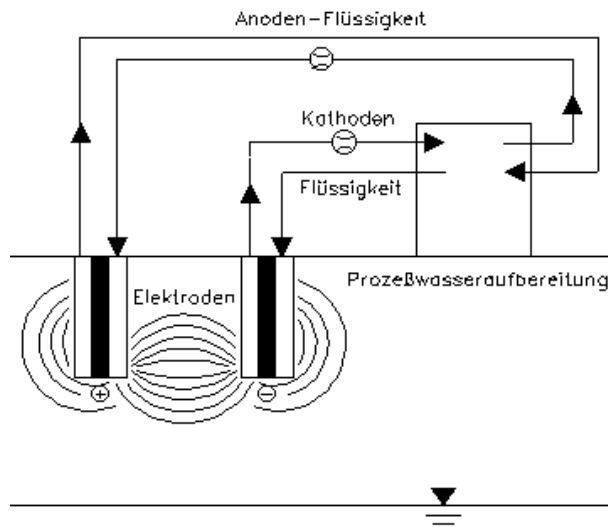


Abbildung 1: Prinzip der elektrokinetischen In-Situ-Sanierung in der ungesättigten Zone

58.1.2 Theoretische Grundlagen der Elektrokinetik

Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Elektrokinetik sind unabhängig von der Anwendung seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts bekannt und verstanden. In der Bautechnik und der Exploration von Lagerstätten sind elektrokinetische Verfahren zudem Stand der Technik.

Grundlage jeder elektrokinetischen Bodensanierung sind die physikalisch-chemischen Prozesse, die beim Anlegen eines elektrischen Feldes im Boden auftreten (HAUS et al. 2002, MARB et al. 2000):

- **Elektromigration**
Transport der Ionen (Kat- und Anionen) in der Porenflüssigkeit entsprechend ihrer Ladung zur Kathode bzw. Anode, wobei die Wanderungsgeschwindigkeit von der Ladung, der elektrischen Feldstärke und der Größe des hydratisierten Ions abhängig ist.
- **Elektroosmose**
Bewegung des Porenwassers und der darin geladenen und ungeladenen gelösten Schadstoffe über diffusive Ionenschichten an der kapillaren Grenzfläche zwischen Porenlösung und Mineral. Die Effektivität der Elektroosmose nimmt mit abnehmender Korngröße zu.
- **Elektrophorese**
Wanderung elektrisch geladener kolloidaler Teilchen (Tonpartikel oder komplexe Huminstoffmoleküle mit Durchmesser $> 100 \text{ \AA}$) im elektrischen Feld. Bei der Sanierung feinkörniger Böden ist der Einfluss der Elektrophorese unbedeutend.
- **Elektrochemische Redoxprozesse**
Bei Übertragung des elektrischen Stroms an den Elektrodenoberflächen auf ein wässriges Medium erfolgt an der Anode eine Oxidation (Elektronenabgabe) und an der Kathode eine Reduktion der Stoffe (Elektronenaufnahme).

- **Bodenerwärmung**

Da der poröse Bodenkörper die Wanderung elektrisch geladener Teilchen im angelegten elektrischen Feld wie ein elektrischer Widerstand behindert, kommt es zur Erhöhung der inneren Energie und damit zur Bodenerwärmung (Joule'sche Wärme), die proportional zur elektrischen Leistung ist und zur einer erhöhten Beweglichkeit aller Teilchen in der Porenflüssigkeit führt.

Für die Elektroosmose und die Elektromigration müssen die zu entfernenden Schadstoffe wasserlöslich sein. Bei der Sanierung feinkörniger Böden spielt die Elektrophorese nur eine untergeordnete Rolle.

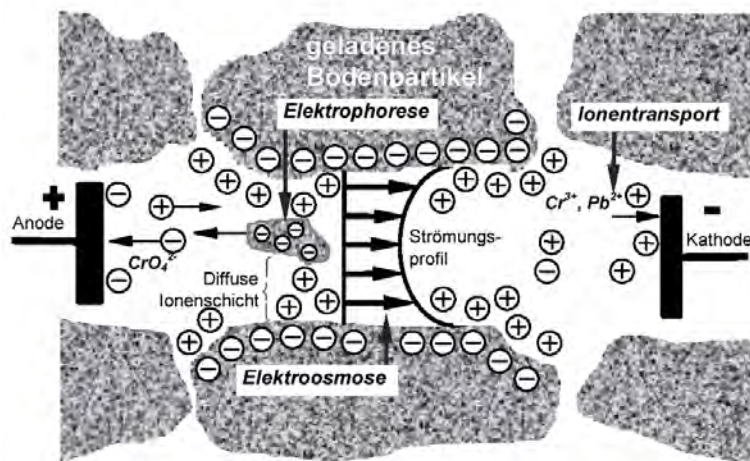


Abbildung 2: Darstellung der elektrokinetischen Transportmechanismen im Boden

Der Einsatz elektrischer Energie kann an den Elektroden spezifische Reaktionen (elektrochemische Redoxprozesse) auslösen, die im Untergrund zu Veränderungen des pH-Wertes, des Mineralbestandes, der Elektrolytkonzentration, der ionaren Zusammensetzung der Porenlösung sowie der Stabilität und Ladung oberflächenaktiver Minerale (vgl. Tabelle 2) führen.

Tabelle 2: Elektrochemische Redoxprozesse (ZORN et al. 2001)

	Kathode (-)	Anode (+)
Prozess	Reduktion	Oxidation
Potential	Niedrig	Hoch
Redox-Prozess	$2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{ OH}^-$	$2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ H}^+ + 4 \text{ e}^-$
PH	Alkalisch	sauer
Schwermetalle	Fällung (Oxide, Hydroxide, Carbonate, Komplexe)	Lösung
Wassergehalt	Steigt	Nimmt ab

58.1.3 Einsatzmöglichkeiten und Vorteile gegenüber anderen in-situ-Verfahren

Die elektrokinetische Bodensanierung zeigt gegenüber herkömmlichen hydraulischen (pump-and-treat) und pneumatischen (Bodenluftabsaugung) Sanierungsvarianten zahlreiche Vorteile (HAUS & ZORN 1998, MARB et al. 2000) auf:

- Einsatz bei feinkörnigen Böden mit hohem Wasserrückhaltevermögen
- Einsatz bei wechsellagernden Sedimentserien (z. B. Tonlinse in einem Kiesaquifer)
- gezielte horizontale und vertikale Ausrichtung auf den Sanierungsbereich durch Beschränkung des elektrischen Feldes zwischen den Elektroden
- Einsatz auch bei schlecht erreichbaren Schadensherden (z. B. bebaute Altlasten)
- Gute Kombinationsmöglichkeit mit konventionellen Sanierungstechniken.

58.1.3.1 Bodeneigenschaften

Die Anwendung elektrokinetischer Sanierungstechniken ist besonders für homogene feinkörnige Böden mit hohem Wasserrückhaltevermögen, wie tonhaltige und schluffige Böden, geeignet. Dies ist zum einen dadurch begründet, dass deren kleine Bodenpartikel eine große Oberfläche aufweisen, die zur einer hohen elektroosmotischen Geschwindigkeit führen, wobei mit abnehmender Korngröße die Effektivität der Elektroosmose steigt. Zum anderen ermöglicht das hohe Wasserrückhaltevermögen einen gesicherten Transport der Schadstoffe zu den Elektroden und eine stabile Prozessführung ohne die Gefahr des vertikalen Schadstoffaustrags. Grobkörnige Böden erschweren hingegen die elektrokinetische Bodensanierung und sind mit o.g. herkömmlichen Verfahren effizienter und kostengünstiger zu sanieren.

In einem tonhaltigen und oder schluffigen Untergrund können elektrokinetische Verfahren auch in der ungesättigten Zone eingesetzt werden, da ein solcher Boden sehr leicht und schnell elektroosmotisch aufgesättigt werden (HAUS et al. 2002). Für einen elektroosmotischen Wassertransport wird nach den bisherigen Erfahrungen eine Sättigung des Bodens von ca. 80 % benötigt, um einen gleichbleibenden elektrisch induzierten Wassertransport aufrecht zu erhalten (HAUS 2002). Ausreichende elektromigrative Transportgeschwindigkeiten werden dagegen schon bei einem dünnen zusammenhängenden Porenwasserfilm (50-70 % Sättigung je nach Boden) initiiert.

Durch die Gegenwart von Huminstoffen im Boden wird die Entfernung von zur Komplexbildung neigenden Schwermetallen, insbesondere Kupfer, Nickel und Blei erschwert (MARB et al. 2000). Liegen ungünstige pH-Bedingungen vor, können sich im Bodenwasser gelöste Schwermetallkomplexe bilden, die unter Einfluss eines elektrischen Feldes nicht aus dem Bodenkörper entfernt werden können. Eine stabile Prozessführung wird durch Böden begünstigt, die eine hohe Säureneutralisationskapazität besitzen; die anodisch erzeugte Säure kann dadurch ohne gravierende Änderung des Bodenmilieus abgepuffert werden. Im Boden enthaltene lösliche Salze erhöhen die Bodenleitfähigkeit, so dass eine hohe Feldstärke nur mit hohem Stromverbrauch, der wiederum einen hohen Verbrauch an Neutralisierungschemikalien zur Folge hat, erzielt werden kann. Der Einfluss der wesentlichen Bodenkenngrößen auf den Erfolg der elektrokinetischen Sanierungsverfahren ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt (MARB et al. 2000).

Einfluss der wesentlichen Bodenkenngößen bei der Elektrokinetik (MARB et al. 2000)

Bodenkenngöße	Einfluss	Positiv / negativ
Bodenwasser	Transportmedium	++
Tonanteil	Elektroosmose, Wasserrückhaltevermögen	++
Kalkanteil	Puffereigenschaften, Freisetzung von Calciumionen und hoher Stromverbrauch, Mobilisierung von anorganischen Schadstoffen (Schwermetalle) im Kalkanteil	+/-
pH-Wert	Stärke des elektroosmotischen Flusses; Ausbildung der Schadstoffspezies	+/-
Redoxpotential	Ausbildung der Schadstoffspezies	+/-
Salze	hoher Stromverbrauch und Entsalzung	-
Humus	Komplexierung von Schwermetallen wie Cu, Ni, Pb	--
Heterogenität	nichtlineare Feldstärke (Bereiche mit hohem elektrischen Widerstand wie Mauerreste, Felsen, Hohlräume etc.)	-

58.1.3.2 Schadstoffe

Mittels elektrokinetischer Verfahren ist prinzipiell die Entfernung oder Abbau von

- Schwermetallen, Arsen und Cyanid,
- polaren organischen Verbindungen wie Säuren, Pestiziden und Phenolen sowie
- unpolaren organischen Verbindungen wie Benzol und Trichlorethen, PAK aber auch PCB, KW und Leicht- und Maschinenölen

aus Böden möglich. Für die Nutzung der Prozesse Elektromigration, Elektroosmose und Elektrophorese ist es jedoch erforderlich, dass der zu sanierende Schadstoff in mobiler oder mobilisierbarer Form vorliegt. Elektrochemische Stoffumwandlungsprozesse (Redoxprozesse) können genutzt werden, um den Bodenkörper anodenseitig mit Sauerstoff zu versorgen und somit die Aktivität aerober Mikroorganismen zu verbessern, organische Schadstoffe an der Anode oxidativ abzubauen (z. B. Phenole) oder Metalle an der Kathode reduktiv abzuscheiden (z. B. Kupfer).

Bei **Schwermetallen und Metalloiden** wirken die drei elektrokinetischen Transportmechanismen Elektromigration, Elektroosmose und Elektrophorese, wobei der elektromigrative Transport jedoch überwiegt. Im Rahmen der elektrokinetischen Sanierung können die Schwermetalle zumeist als kationische Schadstoffspezies aus den Boden entfernt werden oder durch Umwandlung immobilisiert werden. Nach dem derzeitigen Stand der Forschung ist die elektrokinetische Schwermetallentfernung insbesondere für die Sanierung von feinkörnigen Böden geeignet, die aufgrund einer hohen Fracht an mobilen Schadstoffen eine große Gefährdung darstellen. Im Rahmen des vom Bayrischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen geförderten Forschungsvorhaben zur „Elektrokinetischen Reinigung kontaminierter Böden“ (MARB et al. 2000) wurden anhand von Labor- und Technikumsversuchen „Orientierungswerte“ zur Anwendung elektrokinetischer Techniken bei der Schwermetallentfernung aus kontaminierten Böden ermittelt, die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind.

Orientierungswerte zur Anwendung elektrokinetischer Techniken bei der Schwermetallentfernung aus kontaminierten Böden (MARB et al. 2000)

	Einsatz elektrokinetischer Techniken		
	günstig	ungünstig	Hemmprozess
Schwermetalle	Cd, Zn	As, Pb, Cu, Ni (wg. Komplexbildung)	Geringe Mobilisierbarkeit
Schadstoffspezies	ionisch, löslich	mineralisiert, fest	Geringe Mobilisierbarkeit
TOC-Wert	< 1 %	> 5 %	Hohe Huminstoffadsorption
Tonanteil	> 30 %	< 20 %	Geringer elektroosmotischer Fluss, geringes Wasserrückhaltevermögen
Säureneutralisationskapazität	> 500 mmol/kg	< 100 mmol/kg	Veränderung des Boden-pH-Wertes
Bodeneluatleitfähigkeit	< 0,5 mS/cm	> 2,0 mS/cm	Hoher Stromverbrauch, geringe Feldstärke

Bei den hochmobilen anorganischen anionischen Schadstoffe, wie das stark giftige **Cyanid**, können elektromigrative sowie untergeordnet auch elektroosmotische Effekte angewendet werden. Durch Elektromigration werden die Schadstoffe zur Anode transportiert und können dort abgepumpt oder oxidiert werden (UNRUH, J 1995).

Bei **organischen Verbindungen** werden die im elektrischen Feld auftretenden Effekte Elektromigration (nur bei polaren organischen Verbindungen), Elektroosmose, Bodenerwärmung und Redoxprozesse häufig mit anderen In-Situ-Verfahren kombiniert. Beispielsweise kann man zur Sanierung leichtflüchtiger organischer Schadstoffe mittels Kombination von Bodenerwärmung und Bodenluftabsaugung durchführen (CLARKE et al. 1997). Durch den Effekt der Bodenerwärmung kann der biologische Abbau organischer Schadstoffe oder die Verflüchtigung tiefsiedender organischer Verbindungen beschleunigt werden.

58.1.4 Technologische Ausführung

58.1.4.1 Elektrodenkonfiguration

Die Größe und Effizienz der elektrokinetischen Effekte wird der von der sich ausbildenden elektrischen Feldstärke (Potentialabfall über eine bestimmte Strecke) bestimmt. Bei der Anwendung der elektrokinetischen Sanierungstechniken wird ein möglichst homogenes elektrisches Feld mit geradlinigem Strömungsverlauf angestrebt, um eine gleichmäßige und damit möglichst kurze und kostengünstige Sanierung aller Bodenbereiche zu erzielen. Da die Feldstärke außerhalb der Elektrodenverbindungslinien stark abnimmt, müssen die Elektroden bis in die Tiefe eingebaut werden, bis zu der der Bodenkörper saniert werden soll. Ein homogenes Feld wird durch die Verwendung von flächigen sowohl horizontal als auch vertikal eingebauten Elektroden (Plattenelektroden) erreicht, mit dem der sanierende Bodenkörper voll umschlossen ist. Bei größeren Schadensfällen mit Sanierungstiefen von mehreren Metern werden aus wirtschaftlichen Gründen und aufgrund der wesentlich günstigeren Prozesswasserkreislaufführung jedoch am häufigsten stabförmige Elektroden mit Brunnensystem eingesetzt. Diese führen zur Ausbildung von radialen elektrischen Feldern, so dass bei großflächigen Sanierungsmaßnahmen mehrere Reihen von Anoden- und Kathoden verwendet werden sollten, die aufgrund der gekrümmten Feldbahnen aber räumlich versetzt angeordnet werden sollten. Neben der reihenförmigen Anordnung wurden u. a. auch hexagonale Konfigurationen (ALSHAWABKEH et al. 1999) eingesetzt. Um ein hohes elektrisches Feld und damit eine hohe Sanierungsgeschwindigkeit zu erzielen, sollten die Elektrodenabstände so weit wirtschaftlich vertretbar möglichst gering sein. In den publizierten Pilotsanierungsmaßnahmen wurden Elektrodenabstände von 1,5 m

bis 15 m und Feldstärken von 10 bis 100 V/m angewandt (ZORN et al. 2000, LAGEMANN et al. 1989, ALSHAWABKEH et al. 1999 etc.). Aus Sicherheitsgründen sollte die angelegte Spannung 500 V nicht überschreiten.

58.1.4.2 Elektrodenmaterial

Als Anodenmaterial sollten chemisch inerte und elektrisch leitende Medien wie Graphit, beschichtetes Titan oder Platin verwendet werden, um eine Auflösung der Elektrode zu verhindern und um einer unerwünschten Bildung von Korrosionsprodukten in einer sauren Umgebung entgegenzutreten. Unter bestimmten Umständen ist es sinnvoll, Opferanoden an der Anode einzusetzen. So wurden bei der Umsetzung des Testfeldes „Hammerwerk Söllingen“ bewusst Opferelektroden verwendet, um mit Hilfe des freigesetzten Eisens eine Reduktion von kanzerogenem Chromat zu erreichen (HAUS & CZURDA 2000).

Als Kathodenmaterial kann dagegen jedes leitfähige Material verwendet werden, das unter basischen Bedingungen nicht korrodiert. Die Elektrodenkonstruktion muss so umgesetzt werden, dass ein ausreichender elektrischer Kontakt zum Untergrund und ein Austausch von Wasser und Ionen gewährleistet ist.

Aufgrund der an den Elektrodenflächen ablaufenden elektrochemischen Redoxprozesse wird das Elektrodenwasser elektrolytisch gespalten. An der Anode entsteht Säure und an der Kathode Lauge, die neutralisiert werden müssen. Neben der Neutralisierung erfordert eine großtechnische Anwendung schadstoffspezifische Systeme, die die Entfernung (Sorption, Fällung etc.) der im Elektrodenwasser angereicherten Kontaminanten aus dem Prozesswasser und eine Kreislaufführung ermöglichen.

Im Rahmen der Lasagna Technologie werden zur Kammerung der Prozesswässer ionensensitive Elektroden eingesetzt (Virkutyte, J., M. Sillanpää, et al. 2002).

Bei der Dekontamination von Schwermetallen sollte beachtet werden, dass zum einem der Eintrag der an der Kathode entstehende Lauge in den Bodenkörper verhindert wird, da eine Alkalinisierung des Bodenkörpers zur Ausfällung schwerlöslicher Hydroxide führt. In Verbindung mit ausgefälltem Kalk werden dadurch die Bodenporen verstopft und der Sanierungsprozess kommt zum Erliegen. Zum anderen kann es beim Anlegen der Spannung durch die an der Anode elektrolytisch erzeugte Säure zur einer Absenkung des pH-Wertes im Boden und zur einer Aufkonzentrierung der Schwermetallanteile im Bodenwasser (erhöhte Mobilität der Schwermetalle) kommen, die zu einem völligen Erliegen des Bodenlebens führt. Abgesehen von Böden mit sehr hoher Pufferkapazität, die mit sehr mobilen Schadstoffen belastet sind, muss das Elektrodenwasser neutralisiert werden, um eine Veränderung des Bodenmilieus zu unterbinden (MARB et al. 2000).

58.1.4.3 Zugabe von Additiven

Durch Zugabe von Additiven in die Elektrodenpülflüssigkeit kann eine Optimierung der elektrokinetischen Verfahren erreicht werden. Die Mobilisierung von z.T. mineralisierten schwerlöslichen Schwermetallen ist durch den Einsatz von meist säurehaltigen Extraktionsmitteln möglich, die jedoch in Folge einer starken Absenkung des pH-Wertes im Boden zur einer massiven Veränderung des Bodenmilieus führen können (s.o.). Zur Neutralisation der an der Kathode anfallenden basischen Hydroxidionen wird vor allem Essigsäure diskutiert (ALSHAWABKEH et al. 1999). Des weiteren kann durch Zufuhr von Nährstoffen und Mikroorganismen in den Untergrund oder in die oberirdische Aufbereitung der Abbau von organischen Verbindungen erreicht werden (MARB et al. 2000).

58.1.5 Entwicklungsstand / Stand der Technik

Elektrokinetische Sanierungsverfahren befinden sich derzeit noch weitestgehend in der Erprobungs- und Entwicklungsphase und sind bisher nur in Pilotversuchen eingesetzt worden. Die vorliegenden Veröffentlichungen berichten überwiegend von experimentellen Untersuchungen im Feld- und Technikumsmaßstab, die zumeist im Rahmen staatlich oder privat geförderter Forschungsvorhaben finanziert wurden.

Eine Reihe wesentlicher Fragestellungen zum elektrokinetischen Schadstofftransport sind noch ungeklärt und betreffen insbesondere

- den Einfluss von Inhomogenitäten auf den örtlichen Wirkungsbereich (Tiefe, Fläche),
- die Abschätzung des Wirkungsgrades durch Modellrechnungen,
- die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Bindungsform des Schadstoffes sowie vom Bodentyp,
- die Elektroden für den praktischen Feldeinsatz (Material, Konstruktion),
- die Kombinationsmöglichkeiten mit anderen, prozessfördernden Maßnahmen (Hydraulik, Mikrobiologie, Temperatur, transportfördernde Reagenzien).

Die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet elektrokinetischer Verfahren ist in einer Vielzahl internationaler Fachzeitschriften veröffentlicht und wird u.a. vom amerikanischen Energieministerium (U.S. DOE), der amerikanischen Umweltbehörde (U.S. EPA), den U.S. Sandia National Laboratories, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) sowie internationaler Großunternehmen gefördert. Eine Reihe wesentlicher Fragestellungen wurden im Rahmen eines Verbundvorhabens des deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), bearbeitet.

Neben der Optimierung und wissenschaftlichen Bearbeitung der elektrokinetischen Grundverfahren befinden sich Kombinationen mit eingeführten In-situ-Verfahren in der Entwicklung, die das sanierungsspezifische Schadstoffspektrum erheblich erweitern werden. Gerade für geringlösliche Kohlenwasserstoffkontaminationen (NAPL) in geringdurchlässigen Böden ist die Kombination mit mikrobiologischen Verfahren ein vielversprechendes Entwicklungsgebiet.

58.1.6 Rechtliche Einordnung und Genehmigungsanforderungen

Die zu erarbeitenden umweltrechtlichen Genehmigungs- und Zulassungsverfahren müssen die Gesetzesvorgaben des BImSchG, BNatSchG und des WHG sowie des KrW-/AbfG und des BBodSchG berücksichtigen. Darüber hinaus sind für die Installation der Anlagen vergleichbare Vorschriften aus dem Tief- und Brunnenbau sowie die gesetzlichen Anforderungen an den Gesundheits- und Arbeitsschutz sicherzustellen.

Bei der elektrokinetischen Bodensanierung wird ein Wassertransport und Stofffluss zwischen zwei Elektroden im Boden verursacht. Sofern gem. § 3 Abs. 1 Nr. 6 sowie § 3 Abs. 2 Nr. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ein Eingriff in das Grundwasser (Einleitung und Wassertransport in der gesättigten Zone sowie Förderung von Grundwasser) erfolgt, ist im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung die Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach § 2 WHG bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde erforderlich. Je nach wasserwirtschaftlicher Bedeutung (Grundwassergefährdung) ist im Einzelfall ein förmliches Erlaubnisverfahren oder ein nichtförmliches wasserrechtliches Erlaubnisverfahren durchzuführen.

Die Aufbereitung des Prozesswasser (kontaminierte Elektrodenflüssigkeit) erfolgt in Anlagen gemäß § 19 g WHG, wonach Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Herstellen und Behandeln wassergefährdender Stoffe sowie Anlagen zum Verwenden wassergefährdender Stoffe im Bereich der gewerblichen Wirtschaft und im Bereich öffentlicher Einrichtungen so beschaffen sein müssen und so eingebaut, aufgestellt, unterhalten und betrieben werden, dass eine Verunreinigung der Gewässer oder eine sonstige nachteilige Veränderung ihrer Eigenschaften nicht zu besorgen ist. Das gleiche gilt für Rohrleitungsanlagen, die den Bereich eines Werksgeländes nicht überschreiten. Eine wasserrechtliche Eignungsfeststellung ist nicht erforderlich da sich die Prozessflüssigkeiten im Arbeitsgang befinden (§ 19h Abs. 2a WHG).

Wegen des erheblichen Interesses der Allgemeinheit an einer Bodensanierung, wird der Betrieb einer elektrokinetischen Sanierungsanlage i.d.R. auf der Grundlage des § 22 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG zulässig sein, auch wenn er für einen befristeten Zeitraum zu erheblichen Nachteilen für Tiere oder Pflanzen führt. Sicherheitsrelevante Aspekte beim Einleiten von Strom in den Untergrund sind in jedem Fall zu beachten (vgl. Kap. 58.1.4.1).

58.2 Kostenermittlung

Da sich elektrokinetische Sanierungsverfahren derzeit noch weitestgehend in der Erprobungs- und Entwicklungsphase und bisher überwiegend im Rahmen von staatlich oder privat geförderten Modellprojekten durchgeführt wurden, können bisher keine verallgemeinerbaren Kostenansätze ermittelt werden.

Grundsätzlich sind bei der Anwendung von elektrokinetischen Sanierungsverfahren folgende Leistungsbereiche bei der Kostenermittlung zu berücksichtigen (MARB et al. 2000, HAUS et al. 2002):

- Voruntersuchungen
- Baumaßnahmen (Brunnen etc.), Installation und Vorhalten der zur Sanierung notwendigen Einrichtungen, Geräte und Maschinen: (Elektroden, Generatoren, elektrische Systeme, Überwachungsanlagen, Spüleinrichtungen, Tanks, Pumpen)
- Energiekosten (Strom etc.)
- Wartung und Betreuung der Anlage (Personal)
- Sanierungsbegleitende Probenahme und Analytik
- Entsorgung der Reststoffe (Abwasser, Filter, Schlämme, etc.).

Die in Labor- und Technikumsversuchen ermittelten Stromverbrauchszahlen variieren sehr stark in Abhängigkeit von Art des Schadstoffes sowie Bodenbeschaffenheit in einer Größenordnung von Höhe von 10-700 kWh/m³ (HAUS et al. 2002). Die Höhe der Schadstoffgehalte sind hierbei von untergeordneter Bedeutung.

Die bisher in Kostenmodellen ermittelten Einheitskosten pro Tonne variieren sehr stark in Abhängigkeit von Schadstoff, Untergrund und Modellcharakter (Elektrodenanordnung etc.). Die kalkulierten Gesamtsanierungskosten liegen nach (HAUS et al. 2002, MARB et al. 2000, ALSHAWABKEH et al. 1999, UNRUH, J 1995) bei ca. 40 – 200 Euro/m³. Für chromatkontaminierten Boden wurden je nach Bodenbeschaffenheit, Fläche und Kontaminationstiefe Gesamtsanierungskosten zwischen 49 und 105 Euro /t ermittelt (THORNTON & SHAPIRO 1995, ALSHAWABKEH et al. 1999).

58.3 Literatur

- Acar, Y.B. & Alshawabkeh, A.N. (1993): Principles of Elektrokinetic Remediation, Environ.Sci.Technol., 27 (13): 2638-2647.
- Alshawabkeh, A.N., Yeung, A.T. & Bricka, M.R. (1999): Practical Aspects of In-Situ Elektrokinetic Extraction, J.Environ.Eng., 125(1): 27-35.
- Clarke, R. L.; Lageman, R.; Smedley, S. I. (1997): Some Practical Applications of Integrated Elektrochemical Techniques Used on Reme-diation, Recycling and Resource Recovery. 1. Elektrokinetic Treatment of Soils and Sediments. Geokinetics International Inc., Präsentation auf der Electrochemical Processing 1997 Conference, gesponsert von ICI und EA Technology, Barcelona, 14. - 18. April 1997
- Haus, R. & Zorn, R. (1998): Elektrokinetische In-situ-Sanierung kontaminierter Industriestandorte; In: Czurda, K. & Szabo, I. [Eds.]: Abfallentsorgung und Altlastensanierung: 93-118.
- Haus, R. & Czurda, K. (2000): Field Scale Study on In-situ Electroremediation, Proc. ConSoil 2000, 18-22 September 2000, Leipzig, Germany: 1052-1059, London.
- Haus, R. (2002): Elektrokinetische Bodensanierung, Sch. Angew. Geol. Karlsruhe; Karlsruhe, 63, 512 S.; Karlsruhe.
- Haus, R., Zorn, R., Czurda, K., Terfehr, S. (2002): Elektrokinetische In-situ-Sanierung - Stand der Technik, Planung, Implementierung. Herausgegeben vom Arbeitskreis Innovative Erkundungs-, Sanierungs- und Überwachungsmethoden; Altlastenforum Baden-Württemberg e.V., Schriftenreihe, Heft 7, 2002.
- Marb, C., Schmid, M. Peter, M. & Sagl, S. (2000): Elektrokinetische Reinigung kontaminierter Böden – Abschlussbericht zum 30.09.2000, Bayrisches Landesamt für Umweltschutz, Abfalltechnikum Augsburg 2000.
- Lagemann, R.; Pool, W.; Seffinga, G. (1989): Electro-Reclamation: Theory and Practice. Chem. Ind., 9 (1989), S. 585 – 590.
- Lagemann, R. (1993): Electroreclamation – Applications in the Netherlands, Environ.Sci.Technol., 27(13): 2648-2650.
- Steger, H., Zorn, R., Haus, R. & Czurda, K. (2001): Removal of tetrachloroethylene from fine-grained soils by elektrokinetic processes. - In: Czurda, K., Haus, R., Kappeler, C. & Zorn, R. (Hrsg.): Proc. EREM 2001 3. Symposium on Elektrokinetic Remediation, April 18 - 20, 2001, Karlsruhe. Schr. Angew. Geol. Karlsruhe, 63: 25/1-25/14; Karlsruhe.
- Thornton, R.F. & Shapiro, A.P. (1995): Modeling and Economic Analysis of In-situ Remediation of Cr(VI)-Contaminated Soil by Electromigration, In: Tedder, D.W. & Pohland, F.G. [Eds.]: ACS Symposium Series 607: Emerging Technologies in Hazardous Waste Management V: 33-47; Washington/DC (ACS).
- Unruh, J (1995): Elektrochemische Umweltschutzverfahren - Eine Übersicht. In: Zielonka, A. (Hrsg.) Jahrbuch Oberflächentechnik, Band 51, Metall Verlag, Heidelberg, (1995), S. 331 – 364
- Virkutyte, J., M. Sillanpää, et al. (2002): Elektrokinetic soil remediation -- critical overview. Science Total Environment 289: 97-121
- Zorn, R., Haus, R., Steger, H. & Czurda, K. (2000): Elektrokinetische Bodensanierung: Einsatzmöglichkeiten, Anwendungsbereiche und Erkundungsanfordernisse. - LFU Bayern, Fachtagung "Elektrokinetische Verfahren - Methoden zur Altlastensanierung", Augsburg, 22.11.2000: S. 41-52.

Zorn, R., Steger, H., Haus, R., Czurda, K. & Penz, M. (2001): Elektrokinetische Bodensanierung - Einfluß auf die Standfestigkeit tonhaltiger Böden - In: Czurda, K., Fernandez-Steger, T. & Roehl, K.E. (Hrsg.): 13. Nationale Tagung für Ingenieurgeologie, 2.-6. April 2001, Karlsruhe: 243-244; Essen (Verlag Glück-auf).

Zorn, R., Steger, H., Haus, R. & Czurda, K. (2001): Elektrokinetik - Einführung, Ergebnisse aus Labor- und Feldversuchen - In: Burkhardt, G., Egloffstein, T. & Czurda, K. (Hrsg.): Altlasten 2001 - Neue Verfahren zur Sicherung und Sanierung, Beiträge zum Seminar 20.-21.06.01 in Karlsruhe, Band 4: 71-82; Karlsruhe (ICP Eigenverlag Bauen und Umwelt).

58.4 Information über Leistungsanbieter

Leistungsanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

59 Extraktive Spülverfahren (in-situ)

59.1 In-situ-Bodenspülung

59.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei dieser Sanierungstechnik werden Extraktionslösungen in die kontaminierte Bodenzone infiltriert. Überwiegend erfolgt die In-situ-Bodenspülung in der ungesättigten Bodenzone, denkbar ist die Anwendung jedoch auch im oberen Bereich des Aquifers für Kontaminationen im Grenzbereich der ungesättigten – gesättigten Bodenzone. Die Extraktionslösung löst die Schadstoffe von der Bodenmatrix und transportiert die gelösten Stoffe zur Entnahmestelle. In den Entnahmestellen, zumeist Saugbrunnen, werden die Lösungen kontrolliert gefasst und abgepumpt. Sie werden dann einer externen Reinigung zugeführt. Den Abschluss der Maßnahme bildet eine Infiltration mit reinem Wasser, um die im Boden noch verbliebenden Lösungsreste vollständig zu eluieren und über die Saugbrunnen entfernen zu können.

Die In-situ-Bodenspülung ist besonders geeignet für die Sanierung großflächiger Verunreinigungen sowie für die Sanierung von Kontaminationen unterhalb von Gebäuden oder sonstigen baulichen oder technischen Anlagen. Das Verfahren ist nur bei Schadstoffen anzuwenden, die eine geringere Dichte als Wasser aufweisen. Anderenfalls besteht die Gefahr, dass die gelösten Kontaminationen im Aquifer absinken.

Die Kosten für den Bau der Entnahmestellen können dem LB 24-00-00 "Brunnenbau" entnommen werden. Die Entnahme der gelösten Schadstoffe wird kostenmäßig im LB 52-00-00 beschrieben.

59.1.2 Kostenermittlung

59.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Sickerbrunnen herstellen	m	Stck.
Infiltration von Tensidlösungen / reinem Wasser	Mt	

59.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Fassung- und Entnahme von Grundwasser / Schichtenwasser

LB 53-00-00 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

LB 54-00-00 Dränarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**59 10 00 Extraktive Spülverfahren -
In-Situ-Bodenspülung**

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
59	11	00	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Einrichten, Vorhalten und Räumen der maßnah- mespezifischen Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
59	12	00	Infiltration					
		01	Sickerbrunnen herstellen, einschl. Filterkiesschüt- tung; Brunnentiefe bis 15 m; Bohrdurchmesser 1000 mm; Ausbaudurchmesser DN 400	Stck.			4411,43 *	
		02	Sickerschacht aus Betonfertigteilen Ausbau- durchmesser DN 800-1000 mit dreistufigem Kiesfilter (8/16, 4/8, 2/4) lichte Schachttiefe t:	Stck.			997,02 *	
							x 1,0 *	
			bis 3,0 m				x 1,3 *	
			bis 4,0 m				x 1,8 *	
			bis 5,0 m				x 2,3 *	
			Rohrdurchmesser:					
			DN 1000				x 1,0 *	
			DN 1200				x 1,3 *	
		03	Infiltration von Tensidlösungen Infiltrationsrate Einzelbrunnen:	Mt	#	#	#	0
			< 2 m³/h		#	#	x #	
			2-5 m³/h				x 1,0 *	
			5-10 m³/h		#	#	x #	
		04	Infiltration von reinem Wasser Infiltrationsrate Einzelbrunnen:	Mt	#	#	#	0
			< 2 m³/h		#	#	x #	
			2-5 m³/h				x 1,0 *	
			5-10 m³/h		#	#	x #	
# keine Kostendaten vorhanden								
* Daten aus LB 1997 / 1998								

59.2 Hochdruckbodenwäsche in-situ

59.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei der In-situ-Bodenwäsche werden die Schadstoffe durch einen Hochdruckwasserstrahl von der Bodenmatrix getrennt. Um eine bessere Lösung der Schadstoffe von der Bodenmatrix zu erreichen, können dem Waschwasser Zusätze zugegeben werden. Der gesamte Kontaminationsbereich wird mit sich überlappenden Bohrungen mit einem Durchmesser von ca. 1,50 m versehen. Das Gemisch aus Wasser, Boden und Schadstoffen wird abgepumpt und in einer Separierungsanlage getrennt. Kontaminierter Schlamm und Wasser werden einer Wasserbehandlungsanlage zugeleitet. Das gereinigte Wasser kann als Prozesswasser genutzt oder reinfiltiert werden. Nach Rückverfüllung der Hüllrohre mit dem gereinigten Boden können diese wieder gezogen werden. Es sind in der Praxis Reinigungsgrade von 96 % für PAK und von 90 % für komplexe Cyanide erzielt worden.

Die Kosten sind im wesentlichen abhängig von der Schadstoffart und –masse sowie von der Tiefe der Kontamination. Die zur Injektion des Hochdruckwasserstrahls abgeteuften Bohrungen sind auf eine Tiefe von rund 10 m begrenzt. Die Erfolgskontrolle wird durch Beobachtungsbrunnen im Abstrom der Kontamination und durch Beprobung des Bodens durchgeführt.

Kontaminierter Schlamm wird entwässert und getrocknet. Die möglichen Entsorgungswege werden im LB 81-00-00 zusammengefasst.

59.2.2 Kostenermittlung

59.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Entnahme des kontaminierten Bodens mittels Hochdruckwasserstrahl	m ³	
Wiedereinbau gereinigter Boden	m ³	

59.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 27-00-00	Direkt- / Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Fassung- und Entnahme von Grundwasser / Schichtenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 54-00-00	Dränarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**59 20 00 Extraktive Spülverfahren -
Hochdruckbodenwäsche in-situ**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
59 21 00	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung					
01	Einrichten und Unterhalten aller für die Durchführung der Maßnahme erforderlichen Anlagen und Geräte, einschließlich Einrichtungen für den Arbeitsschutz	psch.	#	#	#	0
02	Räumen und Rückbau der Baustelleneinrichtung	psch.	#	#	#	0
59 22 00	Hochdruckbodenwäsche					
01	Entnahme des kontaminierten Bodens mittels Hochdruckwasserstrahl einschließlich Sicherungsmaßnahmen	m³			205,03 *	
02	Wiedereinbau des gereinigten Bodens on-site		#	#	#	0
	Rückverfüllung der Bohrlöcher		#	#	x #	
	Aufbereitung als Bodenmörtel		#	#	x #	
03	Wiedereinbau des gereinigten Bodens off-site		#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

60 Reaktive Systeme

60.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Durch Reaktive Systeme soll der Grundwasserstrom i. d. R. passiv und ohne oberirdische Anlagentechnik, wie sie bei konventionellen Pump-and-Treat-Maßnahmen erforderlich ist, in-situ gereinigt werden.

Reaktive Wände werden deshalb senkrecht zur Grundwasserfließrichtung im Abstrom der zu sanierenden Altlast angeordnet. Das Grundwasser muss sie also zwangsläufig passieren. Die Abreinigung des Wassers wird durch Adsorption, Absorption, Fällung, Abbau oder Umwandlung der Kontaminanten mittels Applikation von geeigneten Materialien in der Reaktiven Wand erreicht (siehe hierzu Kap. 6.1.6). Dadurch kann eine signifikante Absenkung der Schadstoffkonzentration nach Durchtritt des Grundwassers durch die Wand erreicht werden. Somit wird der reaktive Anteil des Reinigungsverfahrens in-situ vorgenommen; eine kostenintensive, aktive Förderung des Grundwassers entfällt und auch die zum Teil hohen Einleitungsgebühren bei Ableitung in das Kanalnetz werden vermieden. Aufgrund der im allgemeinen sehr langsamen Grundwasserströmung muss allerdings bei diesen passiven hydraulischen Maßnahmen im Vergleich zu aktiven hydraulischen Maßnahmen mit einer längeren Betriebszeit gerechnet werden, die zum Teil mehrere Jahrzehnte oder darüber hinaus betragen kann.

Bei großflächigen Schadensfällen kann eine detaillierte Erkundung zur Ermittlung des Schadensherdes ggf. reduziert werden. Um die Dauer der Maßnahme abschätzen zu können, sind jedoch ausreichende Informationen zur Quellstärke der Kontamination erforderlich. Entscheidend ist, dass die Konzentrationen der Schadstoffe im Grundwasserabstrom bekannt sind, da hiervon die Wahl des reaktiven Materials und die einzubringende Menge abhängt. Außerdem muss die hydrogeologische Standortsituation bekannt sein, um das Reaktive System genau im Abstrom des Grundwassers zu platzieren.

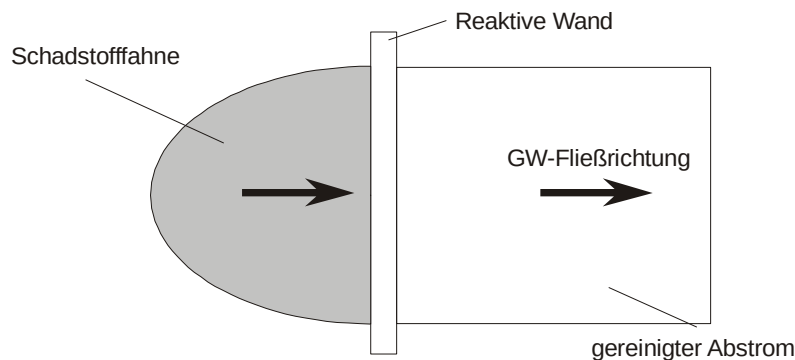
Zur Anpassung des Systems an die jeweilige hydrogeologische Situation (z. B. Grundwasserfließrichtung und -geschwindigkeit, Mächtigkeit und Heterogenität des Aquifers usw.) sowie an die grundsätzlichen Standortbedingungen und das Schadstoffinventar sind mehrere Varianten dieser Technik entwickelt worden. Sie unterscheiden sich sowohl in der bautechnischen Konstruktion als auch in der Wirkungsweise der Schadstoffentfernung.

Im Mai 2000 wurde auf Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung der Forschungsverbund „Anwendung von Reinigungswänden für die Sanierung von Altlasten“ eingerichtet - RUBIN genannt (Reaktionswände und -barrieren im Netzwerksverbund; www.rubin-online.de). Ziel von RUBIN ist es, die ökologischen und ökonomischen Potentiale reaktiver Systeme umfassend zu erforschen. Dabei geht es neben der Grundlagenforschung insbesondere um die innovative Weiterentwicklung und Anpassung bestehender Systeme sowie um weitere großtechnische Implementierungen. Die Ergebnisse des Vorhabens werden in einem Handbuch dargestellt. Das Handbuch erläutert die Anforderungen an die Planungsgrundlagen und die Qualitätssicherung für die unterschiedlichen Reaktiven Systeme. Die Einsatzgrenzen der einzelnen Verfahren werden beschrieben und Hinweise zu Kostenansätzen und Kosteneinflussfaktoren gegeben.

60.1.1 Vollflächig durchströmte Wand

Die vollflächig durchströmte Wand stellt neben dem Funnel-and-Gate System die gängigste Bauform der passiven Grundwasser-Abstromreinigung dar. Die gesamte Wand wird hierbei als Reaktor ausgebildet und kann über ihre vollständige Länge und Tiefe als in-situ Reaktionszone betrachtet werden. Dabei ist bei dieser Ausführung besonders hervorzuheben, dass der natürliche Grundwasserstrom außer in der Bauphase nicht oder nur geringfügig beeinflusst wird.

Um die Funktionsfähigkeit der Wand sicherzustellen, ist darauf zu achten, dass die hydraulische Durchlässigkeit während der gesamten Betriebszeit deutlich größer ist als die des Aquifers, in die sie eingebracht wurde. Nur so kann eine Veränderung der Grundwasserströmung, die zu einer Umläufigkeit der Wand führen kann, vermieden werden. Dabei sind auch eventuelle Ausfällungsprodukte in der reaktiven Zone zu berücksichtigen. Zur Herstellung einer vollflächig durchströmten Wand stehen sämtliche Verfahren des Tiefbaus bzw. Spezialtiefbaus zur Verfügung. So kann das reaktive Material, je nach Standortbedingungen und Wandgeometrie in einem einfachen Graben, in Bohrpfähle oder Schlitzwände eingebracht werden.

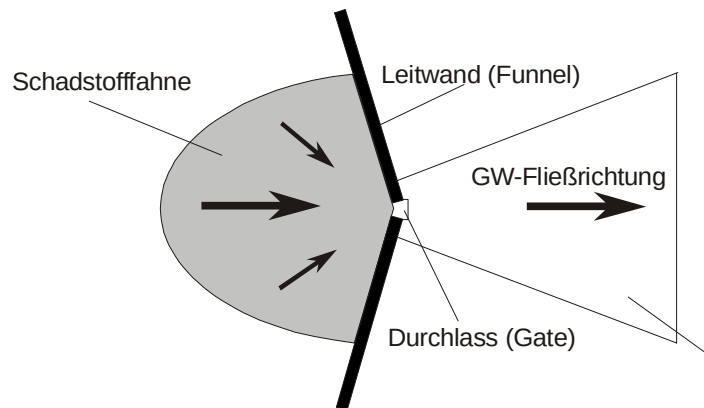


Grundriss eines vollflächig durchströmten Wandsystems

Für eine nähere Beschreibung der Bauverfahren wird auf Kapitel 60.1.7 verwiesen. Aufgrund der oft erheblichen Wandlänge kann es dabei durchaus wirtschaftlich sein, sowohl die Tiefe als auch die Mächtigkeit der Reaktionszone zu variieren. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass ein Austausch des reaktiven Materials während der Betriebszeit nicht stattfinden kann, da dies mit den heutigen Verfahren des Tiefbaus auf einen kompletten Neubau der Wand hinauslaufen würde. Sollten also Regenerierungen notwendig werden, so sind entsprechende Einbauten (z. B. Lanzen, Brunnen usw.) schon bei Einrichtung der Wand anzuordnen.

60.1.2 Funnel-and-Gate System

Diese patentierte Bauform wurde im Pilotmaßstab erstmals im Jahre 1991 in Kanada eingesetzt. Es besteht aus zwei Komponenten: Der Funnel (Trichter) ist eine als Schlitz- oder Spundwand ausgebildete hydraulische Sperre, die den Grundwasserstrom unterbricht und ihn zu einem oder mehreren Durchlässen umlenkt, den sogenannten Gates (Toren). Die Reinigung des Grundwassers erfolgt beim Durchtritt durch das mit Reaktionsmaterial gefüllte Gate, welches als in-situ Reaktor dient. Dies stellt den größten Vorteil dieser Variante dar, da durch die Begrenzung der Reaktionszone auf die relativ geringe Fläche des Gates ein späterer Austausch der Reaktorfüllung möglich wird. Zudem kann durch die Anordnung mehrstufiger Gates das Grundwasser von verschiedenen Schadstofftypen gereinigt werden. Dazu werden unterschiedliche Reaktionszonen hintereinander angeordnet. Gleichzeitig ist auch eine bessere Überwachung der Funktion und des Abreinigungserfolges gegeben.



Grundriss des Funnel-and-Gate Systems

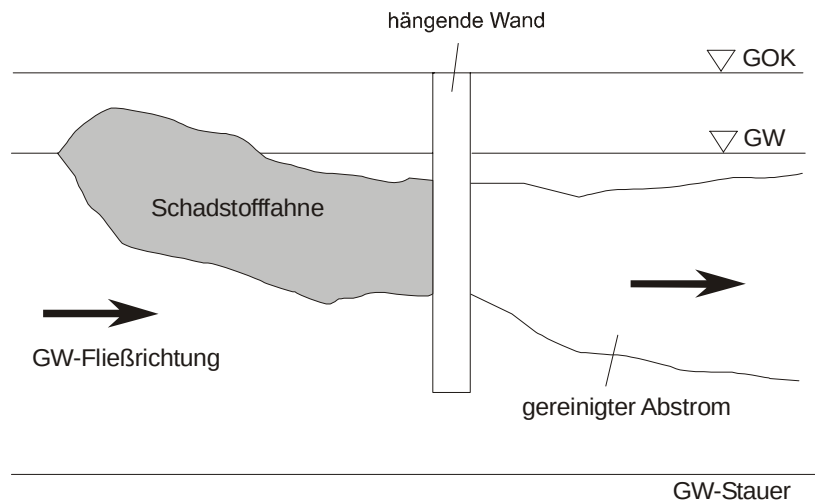
Dabei ist besonderes Augenmerk auf Einhaltung der für die Abreinigung erforderlichen Verweilzeiten des Grundwassers im Gate zu legen da durch die Veränderung der Grundwasserströmung in den Reaktoren grundsätzlich größere hydraulische Gradienten als bei vollflächig durchströmten Wänden vorhanden sind. Wie bei vollflächig durchströmten Wänden so ist auch bei Funnel-and-Gate Systemen auf eine höhere hydraulische Durchlässigkeit im Bereich des Reaktors im Vergleich zum umgebenden Aquifer zu achten. Um diese Voraussetzungen zu erfüllen, ist die Anwendung numerischer Strömungsmodelle zur Dimensionierung sowohl der Reaktoren als auch der Strömungsleitwände unverzichtbar. Insbesondere durch die Wahl geeigneter Öffnungswinkel der Leitwände und Variation der Anzahl der Durchlässe kann eine standortspezifische Optimierung von Funnel-and-Gate Systemen erreicht werden.

Ein Nachteil ergibt sich durch den nicht unerheblichen Eingriff in das Grundwasserregime, der auch nach Ablauf der Sanierungsmaßnahme nur bedingt wieder rückgängig gemacht werden kann. Eine Möglichkeit diesen Nachteil zu minimieren, besteht darin, als hydraulische Sperre - falls die Kontamination es zulässt - Spundwände zu verwenden, und diese nach Ende der Sanierung wieder aus dem Boden zu entfernen. In der Praxis traten zudem häufig hydraulische Probleme, wie z.B. die seitliche Umströmung des gesamten Systems auf. Des weiteren muss der Anschluss von Dichtwand und Reaktor als Schwachpunkt und Nachteil des Systems angesehen werden. Durch Setzungserscheinungen der Reaktorkonstruktion beispielsweise ist die Dichtigkeit nicht immer gewährleistet, wodurch es zu einem Durchtritt von kontaminiertem Grundwasser kommen kann. Deshalb ist dieser Anschluss bei der Bauausführung mit besonderer Sorgfalt herzustellen.

60.1.3 Sonderkonstruktionen

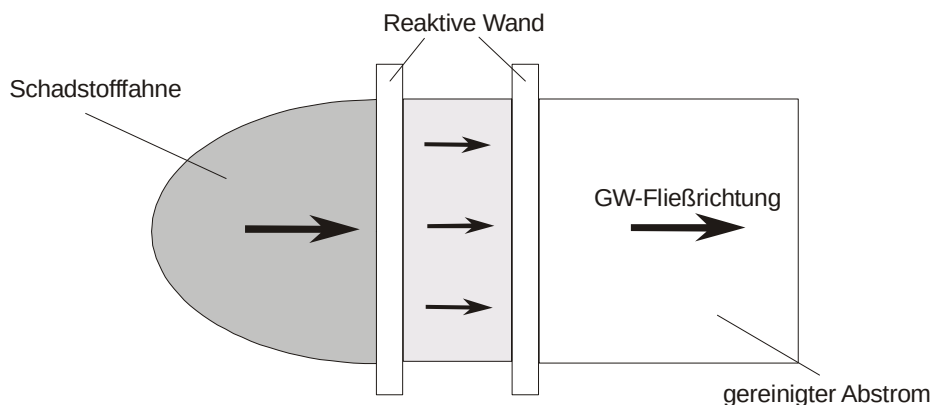
Zur Anpassung sowohl der vollflächig durchströmten Wände als auch der Funnel-and-Gate Systeme an die unterschiedlichen Schadensfälle und die geologischen Gegebenheiten sind verschiedene Sonderkonstruktionen und Modifikationen der beiden Systeme entwickelt worden, von denen die Wichtigsten im Folgenden vorgestellt werden.

Für die Beseitigung von Schadstoffen mit einer niedrigeren Dichte als Wasser - LNAPL-Schadensfälle - ist es ggf. nicht erforderlich, die Reinigungswand bzw. das Funnel-and-Gate System wie sonst üblich in den Grundwasserstauer einzubinden. Aufgrund des Dichteunterschiedes erreicht die Kontamination die Basis des Grundwasserleiters nicht, so dass eine sogenannte hängende Wand angeordnet werden kann, bei der nur der obere Teil des Grundwasserleiters von dem Reaktiven System erfasst wird. Um ein mögliches Abtauchen der Kontamination unter der Wand hindurch ausschließen zu können, ist zu beachten, dass die horizontale Durchlässigkeit des Aquifers wesentlich größer als die vertikale sein muss.



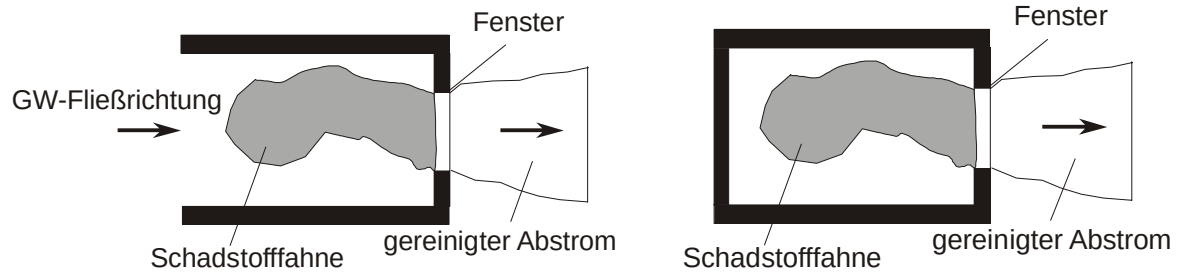
Querschnitt einer hängenden Wand

Da bei den meisten Sanierungsverfahren mehr als ein Schadstoff im Grundwasser angetroffen wird, kann zur Reinigung auch mehr als eine Reaktion bzw. Reaktionszone nötig werden. Die Lösung dieses Problems liegt ggf. in mehrstufigen Wandsystemen bzw. in Reihe geschalteten Gates, die mit unterschiedlichen reaktiven Materialien gefüllt werden. Dadurch kann eine stufenweise Reinigung des Grundwasserstroms erreicht werden.



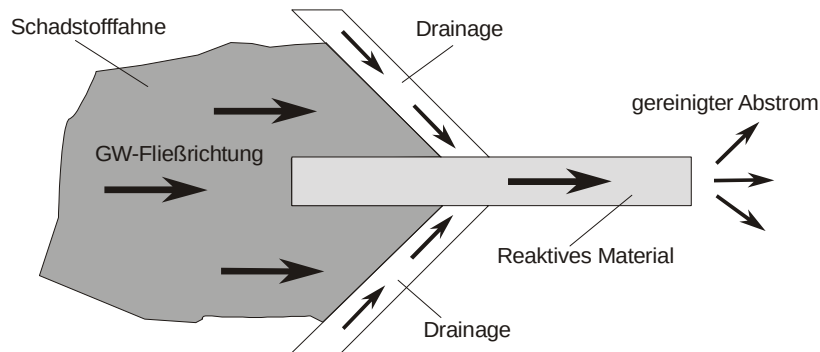
Grundriss eines mehrstufigen vollflächigen Wandsystems

Ebenso kann es erforderlich werden, die Wassermenge, die durch den Schadensherd fließt, zu reduzieren. Dazu bieten sich Reinigungswände oder Gates in Kombination mit Einkapselungsmaßnahmen an. Durch Teileinkapselung kann der Grundwasserstrom seitlich eingegrenzt und somit das Einzugsgebiet der Reinigungsmaßnahme reduziert werden. Bei Volleinkapselung stellt die Reaktionszone den einzigen permeablen Bereich innerhalb der Umschließung dar; dies bietet sich besonders bei hohen Schadstoffkonzentrationen und wechselnden Grundwasserfließrichtungen an, da man hierbei eine vollständige Trennung der Kontamination vom Grundwasserregime erreicht. Das durch den reaktiven Bereich tretende Wasser stammt in diesem Fall nur aus der Grundwasserneubildung innerhalb der Einkapselung.



Grundriss einer Teil- und Volleinkapselung mit reaktivem Fenster

Unter bestimmten Randbedingungen kann es auch sinnvoll sein, den reaktiven Bereich parallel zur Grundwasserfließrichtung anzuordnen. Dies ist vor allem bei feinkörnigen und gering durchlässigen Böden zu empfehlen. Durch diese Bauform kann eine Drainagewirkung erzielt werden, die durch zusätzliche, senkrecht zur Grundwasserfließrichtung eingebrachte Dränagen noch verstärkt werden kann. Dadurch lässt sich u. a. ein schnellerer Abfluss der Schadstoffe erreichen.



Anordnung einer Reaktiven Wand senkrecht zur Kontamination

Darüber hinaus sind auch Bauformen denkbar, bei denen der Grundwasserstrom von der horizontalen in eine vertikale Richtung abgelenkt wird und die Reaktionszone somit vertikal durchströmt wird. Somit ist es möglich, auch Grundwasser aus größerer Tiefe oberflächennah und damit kostengünstig abzureinigen.

Bohrpfähle Schadstofffahne gereinigter Abstrom	Schadstofffahne gereinigter Abstrom durchströmte Wand
Seitlich und hintereinander versetzte Bohrpfähle	Wechselnde Wandstärken
durchgehende Wand mit Öffnungen Schadstofffahne gereinigter Abstrom	▽GOK ▽GW gereinigter Abstrom reaktives Material Dichtwände GW-Stauer
Durchgehende Wand mit Öffnungen	Vertikal durchströmte Reaktionszone

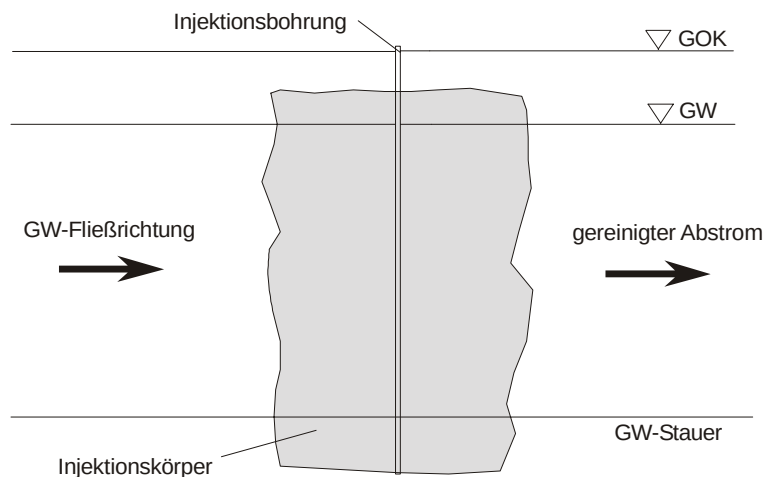
Weitere Konstruktionsformen Reaktiver Systeme

60.1.4 Injektionsverfahren

Der Vorteil von Injektionsverfahren gegenüber vollflächig durchströmten Wänden und den Funnel-and-Gate Systemen liegt in der hohen Flexibilität bezüglich der Tiefe und Geometrie der zu schaffenden Reaktionszone, so dass auch Kontaminationsherde erfasst werden können, die mit der konventionellen Technik nicht oder nur bedingt erreicht werden können. Durchmesser und Reichweite dieser Brunnen sind abhängig vom Porenraum des anstehenden Bodens, wobei der Durchlässigkeitsbeiwert k_f , bei dem nur noch reine Flüssigkeitsinjektionen möglich sind, bei ungefähr 1×10^{-5} m/s liegt.

Die bisher häufigste Anwendung finden Injektionsbrunnen in der Trinkwassergewinnung, bei der durch Injektion von Sauerstoff oder Luft in den Untergrund eine Ausfällung von Eisen (Fe(III)) und Mangan(Mn(IV))-Hydroxiden erreicht wird und so eine spätere Enteisenung entfallen kann. Die Problematik dieses Verfahrens liegt jedoch in den Standzeiten solcher injizierten stationären Reaktionszonen. Sie reichen, in Abhängigkeit von der anstehenden Sedimentmatrix, von mehreren Wochen bis hin zu ein oder zwei Jahren. Die Sedimentmatrix beeinflusst auch maßgeblich die Homogenität der eingebrachten Reaktionszone, welche bei dieser Bauform nur schwer zu gewährleisten und darüber hinaus sehr schwer zu überprüfen ist.

Die Injektion von Wasserstoff- oder Sauerstoff freisetzenden Suspensionen (z. B. HRC, ORC) zur gezielten Herbeiführung lokal reduzierender oder oxidierender Milieus im Grundwasserleiter ist aus Nordamerika für viele Standorte beschrieben. In Deutschland gibt es bisher erst sehr wenige Anwendungsfälle.



Darstellung einer injizierten Reaktionszone

Da ein Austausch oder eine Wiedergewinnung des reaktiven Materials bei dieser Konstruktionsart nicht möglich ist, kann eine dauerhafte Funktionsfähigkeit des Reaktiven Systems nur bei Abbau- und nicht bei Sorptionsprozessen gewährleistet werden. Abbaureaktionen können nur durch regelmäßige Nachinjektion über die Dauer des Sanierungserfordernis ihre volle Kapazität behalten. Dieser Vorgang kann bei lange emittierenden Quellen mit gleichbleibender Quellstärke mehrere Jahrzehnte oder länger betragen.

60.1.5 Dichtwand-Heber-Reaktor (DHR-Verfahren)

Das (Dichtwand-) Heber-Reaktor-Verfahren nutzt ein vorhandenes ausreichendes Grundwassergefälle ($> 0,5-1\%$) oder die durch eine Dichtwand erzeugte Potentialdifferenz zur Förderung von kontaminiertem Grundwasser nach dem Heberprinzip. In den USA ist das Verfahren unter dem Namen GeoSiphonTM bekannt. In Abhängigkeit von Schadstoffart und -menge wird das verunreinigte Grundwasser in verschiedenen Reaktoren gereinigt. Diese in das Hebersystem integrierten Reaktoren sind oberirdisch angeordnet oder oberirdisch zugänglich. Das gereinigte Grundwasser wird in einen tieferliegenden nicht kontaminierten Aquifer, einen Vorfluter oder Abwasserkanal geleitet.

Aufgrund der möglichen Anordnung verschiedener Reaktoren ist das DHR-Verfahren für nahezu alle Schadstoffspektren und Schadstoffgemische anwendbar. Auch für Vinylchlorid wurde ein vollständiger Abbau in Rahmen eines Forschungsprojektes nachgewiesen.

Eine Anwendungsgrenze für das Heber-Verfahren stellt der Flurabstand dar. Bei einem Flurabstand von < 8 m kann die Grundwasserförderung nach dem Heberprinzip über Brunnen oder Dränagesysteme erfolgen. Liegt ein Flurabstand > 8 m vor, so kann durch eine Dichtwand ein Aufstau bis 8 m unter GOK erzeugt werden, um die Ausnutzung des Heberprinzips zu ermöglichen.

Das DHR-Verfahren eignet sich im Besonderen bei enger Bebauung im Sanierungsareal, wie sie z. B. im innerstädtischen Bereich zu finden ist.

Vorteile gegenüber den herkömmlichen Pump-and-Treat-Verfahren und den passiven Reaktiven Systemen wie z. B. Funnel and Gate, ergeben sich hinsichtlich folgender Aspekte:

- Es sind keine Pumpen zur Grundwasserförderung erforderlich. Damit entfallen die Kosten für die Wartung, Reparatur und / oder den Ersatz der Pumpen sowie die Energiekosten für den Pumpenbetrieb über lange Zeiträume.
- Kostenersparnis durch die Einrichtung einfach zugänglicher, oberirdischer Reaktoren (im Vergleich zu teuren Untertagereaktoren wie z. B. Funnel and Gate).
- Kostenvorteile bei der Funktionsüberwachung des Systems (Reinigungskontrolle im Ablauf) sowie beim Austausch der reaktiven Materialien in den oberirdischen Reaktoren.
- Die wesentlichen Anlagenteile des DHR-Verfahrens wurden im Rahmen anderer Anwendungen bereits langfristig eingesetzt und sind technisch erprobt.
- Hohe Betriebssicherheit aufgrund des einfachen Verfahrenprinzips.
- Das DHR-Verfahren befindet sich in der Verfahrensumsetzung. Eine Sanierungsanlage ist im Kraichgau seit 2001 in Betrieb, weitere Anwendungsfälle sind in Planung.

60.1.6 Abreinigungsverfahren und Materialien

Grundsätzlich können aufgrund der unterschiedlichen Prozesse der Abreinigung des Grundwasserstroms drei verschiedene Typen von Reaktiven Systemen unterschieden werden:

- Sorptions-Reaktive Systeme
- Fällungs-Reaktive Systeme
- auf chemischer und/oder biologischer (Abbau-) Reaktion basierende Reaktive Systeme.

Die Sorptions-Reaktiven Systeme bewirken eine Abreinigung des Grundwassers durch Austausch der Schadstoffe aus der flüssigen Phase an die feste Phase des eingebrachten Sorptionsmaterials. Das Prinzip der Fällungs-Reaktiven Systeme besteht in der Verschiebung der Löslichkeitsgrenze der Schadstoffe im Grundwasser. Die dabei am weitesten verbreitete Methode ist die Anhebung des pH-Wertes durch das Zufügen einer Base. Nur bei der dritten Gruppe von Reaktiven Systemen wird der Schadstoff tatsächlich durch eine abiotische und/oder biotische Reaktion zu geringer schädlichen Verbindungen abgebaut und somit zerstört.

Die nachfolgende Tabelle (nach HdA 2003, Kap. 5958 Birke/Burmeier/Rosenau, Tab. 3 und 4) zeigt eine Übersicht über die reaktiven Materialien, die bei organischen und anorganischen Grundwasserkontaminationen zum Einsatz kommen.

Organische Schadstoffe (Labor- und/oder halbtechnischer Maßstab)		
Material	Mechanismus	Kontaminanten
Elementares Eisen	Chemische Reduktion	DDT, Nitroaromaten, einige Pestizide, Azo-farbstoffe, 1,2-Dibromethan
Eisendispersionen / -emulsionen	Chemische Reduktion	LCKW
Bimetallisches Eisen	Chemische Reduktion	Chlorierte Aliphaten, chlorierte Aromaten
Zn (und Apatit)	Chem. Reduktion / Dehalogenierung (anschl. Zn-Fällung)	PCE
Mg, Sn, Zn, Al	Chemische Reduktion	Chlorierte Aliphaten
Bimetalle, Mg/Pd, Al/Cu	Chemische Reduktion	Chlorierte Aliphaten
H ₂ /Palladium	Chemische Reduktion	Chlorierte Aliphaten, chlorierte Aromaten, PAK
Eisenminerale (Oxide, Hydroxide, Sulfid)	Chemische Reduktion	Nitroaromaten, chlorierte Aliphaten
Tensid-modifizierte Böden, Tone, Zeolithe	Sorption	Unpolare organische Schadstoffe
Oberflächenmod. Diatomit, Zeolithe	Sorption	PAK, organ. Schadstoffe
Aktivkohle, Kohle, Torf, Sägemehl	Sorption	Benzol
Huminstoffe	Sorption	PAK, Hetero-PAK, Phenole, BTEX
Braunkohle mit natürlichen oder zudotierten Mikroorganismen	Sorption + Mikrobiologie	PAK, MKW; Chlorbenzole, Pestizide
Elementares Eisen und Aktivkohle	Abbau und Sorption	TCE, Monochlorbenzol
Elementares Eisen und organ. Material	gekoppelter abiotischer / biotischer Abbau	LCKW, PAK, BTEX
Elementares Eisen und ORC TM	Abiot. Abbau + Mikrobiologie / Oxidation	TCE, chlorierte Aromaten
Aktivkohle und Mikrobiologie	Sorption + Mikrobiologie	CKW, LCKW
Makroporöse Polymere	Sorption	PAK, BTEX, MKW, Phenole
Makrozyklische Komplexbildner	Sorption	Aromatische Schadstoffe
Boden / Bentonit + elementares Eisen	Reduktive Dehalogenierung (beschleunigt)	TCE
Nährstoffe	Biotischer Abbau	LCKW
Sauerstoff	Biotischer Abbau	MKW, PAK

Anorganische Schadstoffe (Labor- und/oder halbtechnischer Maßstab)		
Material	Mechanismus	Kontaminanten
Elementares Eisen	Erniedrigung des Redoxpotentials, Metallfällung	Saure Grubenwässer („Acid Mine Drainage“ AMD)
Elementares Eisen	Redoxfällung	U, As, Cr
Eisenoxidhydroxid	Sorption	U, Mo, As, Cr
Torf	Sorption	U
Torfmoos	Sorption	Cr, Cu, Zn, Ni, Cd, U, Mo
Zeolithe, natürliche und modifizierte	Sorption	Pb, Cr, Se, Sulfat, Cd, Cu
Chitosan	Sorption	Hg, U, Cd, Pb, V, Ni, Mo, Ti, Se
Podsol	Sorption	As
Sägemehl, Braunkohle, Kohle	Sorption	Mo, U
Titandioxid, Titanoxidhydrat	Sorption	Mo, U; U, As
Eisen (III)-chlorid mit Kalkstein	Sorption	U
Eisen (III)-nitrat, Eisen (III)-sulfat	Sorption	Mo
Hydroxyapatit, natürlicher Apatit	Fällung	Pb
Eisen (III)-sulfat, Calciumchlorid, Bariumchlorid	Fällung	Mo, U
Branntkalk	Fällung	U
Ofenschlacke	Sorption / Fällung	As
Eisen-Mineralien	Chemische Reduktion	Nitrat, Chromat
Organ. Material / Nährstoffe	Mikrobielle Reduktion	Nitrat, Chlorat

Kostenansätze für den Einsatz ausgewählter reaktiver Füllmaterialien sind im Kapitel 60.2 zusammengestellt.

Sorptions-Reaktive Systeme

Das Prinzip der Sorptions-Reaktiven Systeme basiert auf einer Verlagerung der Schadstoffe aus dem Grundwasser an die Oberfläche eines Feststoffes. Die Schadstoffe werden dadurch nicht zerstört oder abgebaut, sondern lediglich immobilisiert. In der Gruppe der Sorptionsmechanismen kommt der Adsorption die größte Bedeutung zu, dabei kann man auf eine lange Erfahrung der adsorptiven Schadstoffentfernung aus dem Bereich der Trinkwasseraufbereitung zurückgreifen. Eine Adsorption auf molekularer Ebene kann aufgrund von insgesamt drei Mechanismen eintreten:

- Hydrophobe Wechselwirkungen
- Elektrostatische Anziehung (Physiosorption)
- Oberflächenkoordinierungsreaktionen (Chemisorption)

Der bei der Entfernung von organischen Verbindungen am häufigsten angetroffene Mechanismus ist die Sorption infolge hydrophober Wechselwirkungen.

Ein Vorteil der Sorptions-Reaktiven Systeme besteht darin, dass keine schädlichen Abbauprodukte bei der Abreinigung des Grundwassers entstehen. Nachteilig ist jedoch, dass die Systeme nur ein endliches Rückhaltepotential haben und folglich das Sorptionsmaterial in bestimmten Zeitintervallen auszutauschen ist. Der Hauptnachteil liegt aber darin, dass der Prozess reversibel sein kann und es durch Veränderungen der geochemischen Randbedingungen zu einer Desorption der Schadstoffe kommen kann und somit zu einem Durchbruch der Kontamination durch die Wand.

Fällungs-Reaktive Systeme

Fällungsreaktionen beruhen auf dem Prinzip der Bildung eines Feststoffes aus einer Lösung (Ausfällung). Diese Reaktionen treten ein, wenn die Löslichkeitsgrenze einer Verbindung in der Lösung überschritten wird. Typischerweise wird diese Art von Reaktion dazu benutzt, um Schwermetalle aus wässrigen Lösungen zu entfernen. Grundsätzlich sind dabei zwei verschiedene Methoden der Manipulation der Löslichkeitsgrenzen zu unterscheiden. Zum einen bedient man sich einer pH-Wert Anhebung durch die Zugabe einer Base wie z. B. gelöschtem Kalk oder Kalkstein (CaCO_3), aber auch gebranntem Kalk (Calciumoxid, CaO). Dabei ist jedoch zu beachten, dass jede Schwermetallverbindung einen anderen optimalen pH-Wert-Bereich besitzt, bei der sie die geringste Wasserlöslichkeit aufweist. Dies erschwert die gleichzeitige Entfernung von mehreren Schwermetallen aus dem Grundwasser. Zum anderen kann man auch durch Zugabe von überschüssigen Ionen eine Verschiebung der Löslichkeitsgrenze erreichen.

Der Vorteil der Fällungs-Reaktiven Systeme im Vergleich zu den Sorptions-Reaktiven Systemen liegt in der geringeren Abhängigkeit der Abreinigungsreaktion von den vorliegenden Grundwasserverhältnissen. Nachteilig kann sich jedoch auswirken, dass die Schwermetalle, die als schwerlösliche Hydroxide und Carbonate ausfallen, die Oberflächen des reaktiven Materials belegen und damit zu einer Verminderung der Reaktion und gleichzeitig auch zu einem Verlust der hydraulischen Leistungsfähigkeit führen. Vergleichbar den Sorptions-Reaktiven Systemen besteht auch hier die grundsätzliche Möglichkeit einer Remobilisierung der gefällten Kontaminanten. Deshalb muss eine Veränderung der geochemischen Verhältnisse im Grundwasser während der Sanierung verhindert werden. Um eine dauerhafte Entfernung aus dem Grundwasser sicherzustellen, sollten die Fällungsendprodukte nach erfolgter Sanierung aus dem Untergrund entfernt werden.

Reduktive Dehalogenierung von LHKW

Der Abbau von höher chlorierten Verbindungen geschieht über mehrere Zwischenprodukte, die zum Teil ihrerseits toxisch sein können. Es handelt sich um eine Reaktion (pseudo-)erster Ordnung. Für die Gruppe der chlorierten Ethene gilt, dass der Abbau umso schneller erfolgt, je höher die Chlorierung ist. Je niedriger also der Chlorierungsgrad ist, desto größer ist die Halbwertszeit. Da die Halbwertszeit auch von der verwendeten Eisensorte abhängt, ist diese Tatsache auch für die spätere Bemessung der reaktiven Wandsysteme von entscheidender Bedeutung. Zusammen mit der Schadstoffeingangskonzentration kann dann die notwendige Halbwertszeit bis zum Erreichen der Sanierungsziele abgeschätzt werden. Da die in der folgenden Tabelle aufgeführten Daten aus verschiedenen US-amerikanischen Projekten stammen, sind für manche Stoffe mehrere Werte angegeben.

Organische Verbindungen	Reines Eisen $t_{1/2}$ (h)	Kommerzielles Eisen $t_{1/2}$ (h)
<u>Methan</u>		
Tetrachlormethan	0,02; 0,003; 0,023	0,31-0,85
Chloroform	1,49; 0,73	4,8
Bromoform	0,041	
<u>Ethan</u>		
Hexachlorethan	0,013	Daten nicht verfügbar
1,1,2,2-Tetrachlorethan	0,053	Daten nicht verfügbar
1,1,1,2-Tetrachlorethan	0,049	Daten nicht verfügbar
1,1,1-Trichlorethan	0,065; 1,4	1,7-4,1
1,1-Dichlorethan	Daten nicht verfügbar	Daten nicht verfügbar
<u>Ethen</u>		
Tetrachlorethen	0,28; 5,2	2,1-10,8; 3,2
Trichlorethen	0,67; 7,3-9,7; 0,68	1,1-4,6; 2,4; 2,8
1,1-Dichlorethen	5,5; 2,8	37,4; 15,2
<i>trans</i> -1,2-Dichlorethen	6,4	4,9; 6,9; 7,6
<i>cis</i> -1,2-Dichlorethen	19,7	10,8-33,9; 47,6
Vinylchlorid	12,6	10,8-12,3; 4,7
<u>Andere organische Schadstoffe</u>		
1,1,2-Trichlortrifluorethan (Freon113)	1,02	Daten nicht verfügbar
1,2,3-Trichlorpropan	Daten nicht verfügbar	24,0
1,2-Dichlorpropan	Daten nicht verfügbar	4,5
1,3-Dichlorpropan	Daten nicht verfügbar	2,2
1,2-Dibrom-3-chlorpropan	Daten nicht verfügbar	0,72
1,2-Dibrommethan	Daten nicht verfügbar	1,5-6,5
<i>n</i> -Nitrodimethylamin (NDMA)	1,83	Daten nicht verfügbar
Nitrobenzol	0,008	Daten nicht verfügbar
<u>Kein sichtbarer Abbau</u>		
Dichlormethan	Daten nicht verfügbar	Daten nicht verfügbar
1,4-Dichlorbenzol	Daten nicht verfügbar	Daten nicht verfügbar
1,2-Dichlorethan	Daten nicht verfügbar	Daten nicht verfügbar
Chlormethan	Daten nicht verfügbar	Daten nicht verfügbar

60.1.7 Bauverfahren

Zur Zeit stehen diverse Verfahren des Spezialtiefbaus zur Verfügung, für die schon die praktische Anwendbarkeit im Bereich der Herstellung Reaktiver Systeme nachgewiesen wurde. Dafür ergeben sich die nachfolgenden Einsatzmöglichkeiten und Grenzen:

	Schlitzwand	Schmalwand	Bohrpfahlwand	Löffelbagger	Spundwand	gefräste Wände
Wanddicke	zwischen 60 und 120 cm	6 bis 20 cm	Durchmesser von 60 bis 300 cm meist 90 bis 120 cm	beliebig	beliebig	30 cm
Tiefe	bis ca. 30 m in Sonderfällen bis 80 m (100 m)	abhängig vom anstehenden Boden ca. 15 bis 25 m	abhängig vom Durchmesser ca. 30 bis 60 m	bis ca. 6m in Sonderfällen 10 m	bis ca. 20 m	bis ca. 8 m
Vorteile	große Tiefe erreichbar, Wandintegrität durch Vermessung des Schlitzes sicherstellbar	schnelles Bauverfahren, kein (kontaminierter) Bodenaushub	universell in allen Böden, jedes Reaktormaterial einsetzbar	einfache Ausrüstung	schnelles Bauverfahren	kostengünstig, schnell
Nachteile	spezielles Stützmedium erforderlich (z.B. Biopolymere)	rammbarer Boden erforderlich, nur pumpbare Reaktormaterialien einsetzbar, Anschluss zur Nachbarlamelle muss gewährleistet sein	wegen Überschnitt teilweises wieder-ausbohren von Reaktormaterial	begrenzte Tiefe, Kurzzeitstandfestigkeit des Bodens erforderlich	rammbarer Boden erforderlich, oder Auflockerungs-Bohrungen, ggf. spezielle Schlossdichtungen	nur für Lockergestein

Eignung der Bauverfahren für die Ausführung von ...	Funnel-Elementen	Gate-Elementen	vollflächigen Reinigungswänden
Spundwände/Verbaukästen	+	+	O
Schlitzwände			
Einphasen	+	-	O *
Zweiphasen	+	-	-
Geramnte	O	-	O
Schmalwände	+	-	O
Bohrpfähle	O	O	+
Mixed-in-Place	O	-	O
Schlitzwandfräse	O	-	+
Injektionsverfahren			
Einpressungen	-	-	O
Düsenstrahlverfahren	O	O	O
gefräste Wände (Dränagefräse)	-	O	+
Legende: + : gut geeignet; O : geeignet; - : weniger geeignet *: abbaubare Stützflüssigkeit erforderlich			

Standortfaktoren und ihr Einfluss auf:	Vollflächig durchströmte Wandsysteme	Funnel-and-Gate Systeme	Die Wahl des Bauverfahrens
Mächtigkeit der Fahne			
bzgl. der Tiefe	+	O	+
bzgl. der Breite	+	O	-
Schadstoffkonzentration/-fracht	+	+	-
Schadstoffinventar	O	O	-
Mächtigkeit des Aquifers / Anzahl	+	O	+
Heterogenität des Untergrundes	+	O	O
Grundwasserströmungsverhältnisse	+	+	O
Durchlässigkeit des Untergrundes	O	O	-
Hydrochemie	+	O	-
Lage / Zugänglichkeit / Infrastruktur	-	-	+
Sanierungsziele	+	+	-
Legende: + : sehr bedeutend; O : bedeutend; - : weniger bedeutend			

Pump-and-Treat	Reaktive Systeme
Vorteile	
praxiserprobtes Verfahren (>20 Jahre) hohe Verfahrenssicherheit anpassungsfähig bzgl. - Hydrogeologie - Variationen der GW-Fließrichtung - Sanierungsentwicklung breites Schadstoffspektrum geringer baulicher Eingriff niedrige Planungs- / Investitionskosten sehr gute Reinigungsleistung	Erfassung großflächiger Schäden geringer Eingriff in den GW-Haushalt Einsatz auch bei K_f -Werten $< 1 \times 10^{-5}$ m/s niedrige Betriebskosten geringe Nutzungseinschränkungen keine Setzungen / kein Trockenfallen keine Restemissionen geringer Flächenbedarf
Nachteile	
hohe Betriebskosten Schadensherd verbleibt häufig im Untergrund lange Sanierungszeiträume (Tailing) Rebound-Effekte möglich erheblicher Eingriff in den GW-Haushalt Entsorgung von Reststoffen erforderlich Einsatz nur ab K_f -Werten $> 1 \times 10^{-5}$ m/s Setzungen / Trockenfallen möglich Einleitkosten	geringe Praxiserfahrung Schadensherd verbleibt im Untergrund Erfahrungen nur mit „Monoschäden“ hohe Investitionskosten lange Sanierungszeiträume Langzeitverhalten unbekannt großer baulicher Eingriff, ggf. Rückbau Veränderung des GW-Chemismus große Konzentrationsschwankungen sind nicht erfassbar evtl. Patentschutz beachten

Bauverfahren	Kostenspannen €/m ² Wandfläche	
Spundwand	150 – 300 ²⁾ 180 – 700 ³⁾ 100 – 180 ¹⁾	
Schlitzwand		
1-Phasen	Bagger 20 – 90 ³⁾ Schlitzwandgreifer 70 – 160 ³⁾ 100 – 150 ²⁾	
2-Phasen	Bagger 25 – 200 ³⁾ Schlitzwandgreifer 170 – 550 ³⁾ 200 – 500 ²⁾	
Schmalwand	150 – 255 ⁴⁾ 50 – 100 ¹⁾	
Bohrpfahlwand	130 – 360 ¹⁾ 325 – 600 ⁵⁾	
Injektionen	180 – 230 ²⁾ 230 – 300 ²⁾	

1) aus Edel & Voigt, (2001); 2) Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1995); 3) Gavaskar et al. (1997); 4) aus Jansen & Grotehorst (1999), 5) aus Möller (1998)

60.2 Kostenermittlung

Die Kostenermittlung für die Arbeiten des Spezialtiefbaus erfolgt über die Leistungsregister im Leistungsbereich 72 „Vertikale Dichtung“.

Kostenansätze für die Füllmaterialien reaktiver Systeme können Kapitel 60.2.1 entnommen werden.

Für die in anderen Leistungsbereichen nicht erfassten Injektions- und Einpressverfahren wurde ein Leistungsregister als Ausschreibungshilfe erstellt (s. Kap. 60.2.2). Kostenansätze für die aufgeführten Positionen liegen nicht vor.

60.2.1 Reaktive Füllmaterialien

Die nachfolgend aufgeführten Kostenansätze wurden aus abgeschlossenen und laufenden Vorhaben ermittelt. Weltweit gibt es rund 50 Pilot- und Full Scale-Implementierungen, jedoch sind verwendbare Kostendaten nur aus deutlich weniger Fällen abzuleiten. Die in den folgenden Tabellen zusammengestellten Kostendaten beziehen sich auf Standorte in den USA und Kanada, für Standorte aus Deutschland liegen derzeit noch keine verwendbaren Daten vor. Die ursprünglichen Kostenansätze in US-Dollar wurden in Euro umgerechnet (Kurs vom August 2004: 1 € = 1,2 \$).

Vollflächige Reaktionswände			
Reaktives Material	Masse	Maßstab	Kostenansatz € / t
Nullwertiges Eisen	450 t	Full Scale	370 € / t
Nullwertiges Eisen	166 t	Pilot	440 € / t
Nullwertiges Eisen	720 t	Full Scale	415 € / t
Nullwertiges Eisen	742 t	Full Scale	403 € / t
Nullwertiges Eisen	400 t	Full Scale	278 € / t
Organisches Material	425 t	Full Scale	29 € / t
Nullwertiges Eisen	1750 t	Full Scale	286 € / t
Ofenschlacke	400 t	Full Scale	17 € / t

Funnel & Gate			
Reaktives Material	Masse	Maßstab	Kostenansatz € / t
Nullwertiges Eisen	220 t	Full Scale	644 € / t
Nullwertiges Eisen	75 t	Pilot	438 € / t
Nullwertiges Eisen	59 t	Pilot	664 € / t
Nullwertiges Eisen	70 t	Full Scale	595 € / t
Nullwertiges Eisen	2518 t	Full Scale	292 € / t
Nullwertiges Eisen	108 t	Full Scale	370 € / t

60.2.2 Injektionsverfahren

Die Ausführung, Planung und Prüfung der Injektionsarbeiten erfolgt gemäß DIN 4093 und DIN 18309.

LB-AF Nr. Leistungsbereich

60 10 00 Injektions- und Einpressverfahren

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
60 11 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Spezielle Baustelleneinrichtung für Injektionsarbeiten liefern, vorhalten, räumen	psch.	#	#	#	0
02	Liefern und vorhalten der Injektions- und Verpressgeräte sowie der Mischanlage zur Herstellung der Suspension	psch.	#	#	#	0
03	Bohreinheit für Injektionsverfahren an- und abtransportieren und umsetzen im Baustellenbereich	psch.	#	#	#	0
04	Liefern und vorhalten eines Injektionscontainers inkl. Mischanlage und Steuerung	psch.	#	#	#	0
05	Mess- und Aufzeichnungsgeräte für Injektionsanlagen liefern und vorhalten	psch.	#	#	#	0
06	Computergestütztes Mess- und Aufzeichnungsgerät liefern und vorhalten, inkl. Programmierbarem Steuergerät zur Ansteuerung der Pumpen	psch.	#	#	#	0
60 12 00	Injektionskörper herstellen					
01	Bohrung für Injektionen im Spülbohrverfahren herstellen Tiefe : bis 5 m 5 - 10 m 10 - 15 m 15 - 20 m 20 - 25 m > 25 m Bohrlochdurchmesser: bis 56 mm 56 - 89 mm 89 - 114 mm > 114 mm	m	#	#	#	0
02	Injektion in bereits vorhandene Bohrlöcher durchführen Tiefe unter GOK: bis 5 m 5 - 10 m 10 - 15 m 15 - 20 m 20 - 25 m über 25 m Einpressdruck in [bar] bis 20 bis 60 bis 130	m	#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
60 10 00 Injektions- und Einpressverfahren

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Bohrlochdurchmesser:	m	#	#	#	0
	bis 56 mm					
	56 - 89 mm					
	89 - 114 mm					
	> 114 mm					
	Einpressung mittels					
	handbetriebener Verpresspumpe					
	Kolbenpumpe					
	Exzenterpumpe					
	Membranpumpe					
	Einpressrichtung zur Vertikalen					
	vertikal					
	bis 5°					
	5 - 10°					
	10 - 20°					
	> 20°					
	Injektionen in bestimmte Bodenschichten durch vorhandene Bohrlöcher vornehmen					
	Tiefe des Einpressabschnitts					
	bis 5 m					
	5 - 10 m					
	10 - 15 m					
	15 - 20 m					
	20 - 25 m					
	> 25 m					
	mittels					
	Einfachpacker					
	Doppelpacker					
	Manschettenrohr					
	Einpressdruck in [bar]					
	bis 20					
	bis 60					
	bis 130					
04	Bohrlochdurchmesser:	m	#	#	#	0
	bis 56 mm					
	56 - 89 mm					
	89 - 114 mm					
	> 114 mm					
	Einpressung mittels					
	handbetriebener Verpresspumpe					
	Kolbenpumpe					
	Exzenterpumpe					
	Membranpumpe					
	Injektionskörper im Düsenstrahlverfahren herstellen					
	Tiefe unter GOK:					
	bis 5 m					
	5 - 10 m					
	10 - 15 m					
	15 - 20 m					
	20 - 25 m					
	> 25 m					

LB-AF Nr. Leistungsbereich
60 10 00 Injektions- und Einpressverfahren

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Einpressdruck in [bar]					
	bis 300				x #	
	300 bis 500				x #	
	> 500				x #	
	Form des Injektionskörpers					
	Säule				x #	
	Lamelle				x #	
05	Einpressanlage mit Zubehör umsetzen	psch.	#	#	#	0
06	Packer im Bohrloch umsetzen	Stck.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

60.3 Literatur

Barczewski, B.; Memminger, B.: Das Heber-Reaktor-Verfahren – eine innovative und kostengünstige Technologie zur Grundwassersanierung – dargestellt an Praxisbeispielen, in Tagungsband: Boden und Altlasten Symposium 2002, Berlin.

Bauer und Mourik Umwelttechnik GmbH & Co, Schrobenhausen, Projektinformationen unter www.bauer-mourik.de.

Bayer, P.; Morio, M.; Bürger, C.; Seif, B.; Finkel, M.; Teutsch, G.: Funnel-and-Gate vs. Innovative pump-and-treat systems: a comparative economic assessment, IAHS Publication 275, 2001, Seite 235-244, ISBN 1901502864.

Birke, V.; Burmeier, H.; Rosenau, D.: Sanierung kontaminierter Grundwasserleiter mittels durchströmter Reinigungswände: Stand der Entwicklung in Deutschland 2002, in Altlasten Spektrum 6/2002, S. 304-311.

Birke, V.; Burmeier, H.; Rosenau, D.: Aquifersanierung mit durchströmten Reinigungswänden, in Handbuch Altlastensanierung und Flächenmanagement, V. Franzius, K. Wolf, E. Brandt, M. Altenbockum, eds. 6/2992, Vol. 5958, 2003.

Birke, V.; Burmeier, H.; Rosenau, D.: PRB Technologies in Germany: Recent Progress and New Developments. – In: Gavaskar, A.R. & Chen A.S.C. (Eds.): Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds – 2002. Proceedings of the Third International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds (Monterey, CA, May 2002) (ISBN 1-57477-132-9): CD-ROM, Columbus, Ohio.

Birke, V.; Burmeier, H.; Rosenau, D. (2003): Design, Construction and Operation of Tailored Permeable Reactive Barriers. – Pract. Periodical of Haz., Toxic, and Radioactive Mgmt., ASCE 7 (4), S. 264-280.

Birke, V.; Burmeier, H.; Rosenau, D.: Erfahrungen zur Leistungsfähigkeit, Entwicklungstrends sowie grundlegende planerische Voraussetzungen bei durchströmten Reinigungswänden, Manuskript zum BEW-Seminar, Juni 2004, Essen.

- Burmeier, H.; Birke, V.; Rosenau, D. (2002): Current R & D Needs and Tailored Projects for Solving Technical, Administrative and Other Issues Concerning Permeable Reactive Barrier Implementation in Germany.- In: Simon, F.G., Meggyes, T., McDonald, C. (Eds.): Advanced Groundwater Remediation Active and Passive Technologies (ISBN 0727731211): 45-73; London.
- Cantrell, K. J.; Kaplan, D. I.; Gilmore, T. J.: Injection of Colloidal Size Particles of Fe₀ in Porous Media with Shearthinning Fluids as a Method to Emplace a Permeable Reactive Zone, Land Contamination and Reclamation Vol.5, Nr.3, 1997, Seite 253-257.
- Dahmke, A.: Aktualisierung der Literaturstudie "Reaktive Wände" pH-Redox-reaktive Wände, Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung LfU Baden-Württemberg, 1997, ISSN 0944-3304.
- Davis A.; Campbell J.; Gilbert C.; Ruby M. V.; Bennett M.; Tobin S.: Attenuation and Biodegradation of Chlorophenols in Ground Water at a Former Wood Treating Facility, Ground Water, Vol. 32, No. 2, Seite 248-257.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 276, Kosten im Hochbau, Ausgabe 1993-06.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Ausgabe 2001-07.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 4093, Baugrund – Einpressungen in den Untergrund, Planung, Ausführung, Prüfung, Ausgabe 1987-09.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 4094-3, Baugrund – Felduntersuchungen - Teil 3: Rammsondierungen.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 4126-100, Ortbeton-Schlitzwände, Konstruktion und Ausführung, Ausgabe 1996-04.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 18196, Erd- und Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Ausgabe 1988-10.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 18300, Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) – Teil C, allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Erdarbeiten, Ausgabe 2002-12.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 18304, Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) – Teil C, allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten, Ausgabe 2002-12.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 18309, Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) – Teil C, allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Einpressarbeiten, Ausgabe 2002-12.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN EN 10248, Warmgewalzte Spund-bohlen aus unlegierten Stählen, Ausgabe 1995-08.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN EN 10249, Kaltgewalzte Spund-bohlen aus unlegierten Stählen, Ausgabe 1995-08.
- Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN EN 12063, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) Spundwandkonstruktionen, Ausgabe 1999-05.
- Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen EAU, 9. Auflage, Verlag Ernst und Sohn, 1996.
-

-
- Edel, H. G.; Hussinger, C.; Hutschenreuter, O.: Grundwassersanierung – praxisrelevante Techniken und Verfahren, Entsorgungspraxis, Heft 7-8, 1997, Seite 64-68.
- Edel, H. G.; Voigt, T.: Aktive und passive Grundwassersanierung – ein Verfahrens und Kostenvergleich, TerraTech, Nr.1, 2001, Seite 40-44.
- Gillham, R. W.; O'Hannesin, S. F.: Metal-catalyzed abiotic degradation of halogenated organic compounds. Modern trends in hydrogeology. Int. Assoc. of Hydrogeologists, Hamilton, Ontario, May 10-13.
- Gillham, R. W.; O'Hannesin, S. F.: Enhanced Degradation of Halogenated Aliphatics by Zero-Valent Iron, Ground Water, Vol. 32, Nr.6, 1994, Seite 958-967.
- Jansen, T.; Grooterhorst, A.: Reaktive Schmalwände zur passiven Grundwassersanierung, TerraTech, Nr. 3, 1999, Seite 46-48.
- Melzer, R.: Bautechnische Realisierung – Potentiale und Grenzen, ITVA – Fachtagung „Reinigungswände auf dem Vormarsch, 24.10.2001 in Magdeburg.
- Memminger, B.; Barczewski, B.: Pilotversuch zur energiesparenden, ökonomischen Reinigung kontaminierten Grundwassers im innerstädtischen Bereich mit einem Dichtwand-Heber-Reaktor am „Öl-Epple“-Areal in Stuttgart (BWD 20005), Entwurf des Abschlussberichtes, März 2003.
- Memminger, B.; Barczewski, B.; Luckner, L.: Tunnel & Gate-Systeme und ihre spezielle Gestaltung als DHR-Systemlösungen (Dichtwand-Heber-Reaktor) – in: Proceedings des GDFZ e.V., Heft Nr. 23, Selbstverlag, Dresden.
- Morrison, S. J.; Spangler, R. R.; Morris, S. A.: Subsurface Injection of Dissolved Ferric Chloride to Form a Chemical Barrier: Laboratory Investigations, Ground Water Vol.34, Nr.1, 1996, Seite 75-83.
- Möller, W.; Bau einer „Reaktiven Wand“ als F+E Vorhaben in Rheine, TerraTech, Nr.4, 1998, Seite 47-48.
- Odensaß, M.; Schroers, S.: Durchströmte Reinigungswände – aktueller Kenntnisstand - , LUA-Fortbildungsveranstaltung „Gefährdungsabschätzung und Sanierung von Altlasten“ vom 2.7.-3.7.2002 beim BEW Essen.
- O'Hannesin, S.; Gillham, R. W.: Long-Term Performance of an In Situ „Iron Wall“ for Remediation of VOCs, Ground Water, Vol. 36, No. 1, Seite 164-170.
- Dr. Raphael GmbH bioremediation produkts, Produktinformationen der Firma Regenesis zu ORC und HRC Anwendungen.
- Rochmes, M.: Erste Erfahrungen mit Reaktiven Wänden und Adsorberwänden in Deutschland, Boden und Altlastensymposium 2000, Franzius, V.; Lühr, H.-P.; und Bachmann, G., eds., Berlin, 2000, Seite 225-245.
- Sarr, D.: Zero-Valent-Iron Permeable Reaktive Barriers – How Long Will they Last?, Remediation, Vol. 11, T. 2, 2001, Seite 1-18.
- Schad, H.; Teutsch, G.: Reaktive Wände – aktueller Stand der Praxis-anwendung, Flächenrecycling, Nr.2, 1999, Seite 24-31.
- Smolczyk, U. [Hrsg.]: Grundbau - Taschenbuch 1-3, 5. Auflage, Ernst & Sohn Berlin, 1997, ISBN 3-433-01411-6.
- Schultz, D. S.; Landis, R. C.: Design and Cost Estimation of Permeable Reaktive Barriers, Remediation, Vol. 9, No. 1, 1998, Seite 57-67.
- Simon F.-G.; Meggyes T.: Permeable reaktive barriers for pollutant removal from groundwater, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Forschungsbericht 245, 2001.
-

- Stupp, H. D.: Grundwassersanierung von LCKW-Schäden durch Pump and Treat oder reaktive Systeme?, TerraTech, Nr.2, 2000, Seite 34-38.
- Stupp, H. D.: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Vergleiche Reinigungswände / "Pump and Treat", ITVA – Fachtagung „Reinigungswände auf dem Vormarsch, 24.10.2001 in Magdeburg.
- Teutsch, G.; Grathwohl, P.; Schad, H.; Werner, P.: In-situ-Reaktionswände – ein neuer Ansatz zur passiven Sanierung von Boden- und Grundwasserverunreinigungen, Grundwasser, Nr.1, 1996, Seite 12-20.
- Teutsch, G.; Schüth, C.; Melzer, R.: Reaktive Wände. Stand der Technik, Planung und Implementierung, Schriftenreihe altlastenforum Baden-Württemberg e.V., 1999, ISBN 3-510-39001-6.
- Teutsch, G.; Tolksdorff, J.; Schad, H.: The Design of in situ reactive wall systems: a combined hydraulical-geochemical-economical simulation study, Journal Land Contamination Reclamation, Nr.3, 1997, Seite 125-130.
- United States Environmental Protection Agency (EPA); Pump-and-Treat Ground-water Remediation A Guide for Decision Makers and Practitioners, EPA/625/R-95/005.
- United States Environmental Protection Agency (EPA); Permeable Reactive Barriers Technologies for Contaminant Remediation, EPA/600/R-98/125, 1998.
- United States Environmental Protection Agency (EPA); Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Permeable Reactive Barriers, January 2002.
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 94/97, Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bauen und Wohnen.

60.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

61 Natural Attenuation

61.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) hat auf Vorschlag ihres Altlastenausschusses (ALA), einen Ad-hoc Unterausschuss eingesetzt, der sich mit der Berücksichtigung natürlicher Schadstoffminderungsprozesse bei der Altlastenbearbeitung beschäftigt hat und ein länderübergreifendes Positionspapier erstellt hat. Dieses Positionspapier bezieht sich auf die Berücksichtigung von natürlichen Schadstoffminderungsprozessen in der gesättigten Zone und enthält Aussagen zu Grundwasserschäden, die durch Altlasten verursacht wurden.

Danach gelten folgende Begriffsbestimmungen:

- Natürliche Schadstoffminderungsprozesse (Natural Attenuation – NA)

sind physikalische, chemische und biologische Prozesse, die ohne menschliches Eingreifen zu einer Reduzierung der Masse, der Toxizität, der Mobilität, des Volumens oder der Konzentration eines Stoffes im Boden oder Grundwasser führen. Zu diesen Prozessen zählen biologischer Abbau, chemische Transformation, Sorption, Dispersion, Diffusion und Verflüchtigung.

- Überwachung natürlicher Schadstoffminderungsprozesse (Monitored Natural Attenuation – MNA)

ist eine Überwachungsmaßnahme zur Kontrolle von natürlichen Schadstoffminderungsprozessen.

- Enhanced Natural Attenuation – ENA

ist eine „in situ“-Sanierungsmaßnahme, die durch Initiierung, Stimulierung oder Unterstützung von natürlichen Schadstoffminderungsprozessen mit dem Einbringen von Substanzen unter Nutzung naturgegebener Reaktionsräume aktiv in das Prozessgeschehen eingreift.

Für eine behördliche Entscheidung, die unter Berücksichtigung von natürlichen Schadstoffminderungsprozessen und der Verhältnismäßigkeit ein Absehen von Sanierungsmaßnahmen in Verbindung mit MNA beinhaltet, wird der Kurzbegriff "MNA-Konzept" eingeführt. Ein MNA-Konzept enthält grundsätzlich folgende Regelungsbestandteile:

- a) Festlegung von nachprüfbaren Zielvorgaben in Raum und Zeit, die auf der Basis der Prognose als notwendiges Ergebnis der natürlichen Schadstoffminderungsprozesse angesehen werden, sowie von Zwischenergebnissen für die Zeit bis zum Erreichen des festgelegten Endzustands.
- b) Festlegung von Überwachungsmaßnahmen (MNA) und Berichtspflichten.
- c) Vorbehalt weiterer Maßnahmen, sofern sich die Prognose nachträglich als unzutreffend erweist, bis zum Erreichen des festgelegten Endzustands.

Ein solches Vorgehen setzt Untersuchungen zum Nachweis der Wirksamkeit der Schadstoffminderungsprozesse, deren Prognose sowie eine Überprüfung der standortbezogenen Voraussetzungen voraus und kann nur in Zusammenhang mit der Überprüfung der Verhältnismäßigkeit technisch in Betracht kommender Sanierungsmaßnahmen getroffen werden.

Bodenschutzrechtlich werden natürliche Schadstoffminderungsprozesse als beurteilungserhebliche Standortgegebenheiten eingestuft. Da die Überwachung der natürlichen Schadstoffminderungsprozesse (MNA) nicht aktiv in das laufende Prozessgeschehen der Schadstoffminderung eingreift, kann sie nicht mit einer Sanierungsmaßnahme im Sinne des BBodSchG gleichgesetzt werden. Nach mehrheitlicher Auffassung kann MNA auch nicht als Schutz- und Beschränkungsmaßnahme nach § 2 Abs. 8 BBodSchG eingestuft werden, worunter gleichfalls aktive technische oder administrative Maßnahmen zu verstehen sind

Es ist vertretbar, die vorstehend unter a) – c) beschriebenen Regelungen durch eine behördliche Anordnung, durch die Zustimmung zu einem Sanierungsplan oder durch einen öffentlich-rechtlichen Vertrag zu treffen. Sofern die Behörde einseitig hoheitliche Anordnungen trifft, bietet sich bei Altlasten als Rechtsgrundlage für die Überwachungsmaßnahmen und Mitteilungspflichten § 15 Abs. 2 BBodSchG an (insb. bei Sanierungsmaßnahmen und ergänzender Berücksichtigung von natürlichen Schadstoffminderungsprozessen).

In der bodenschutzrechtlichen Bearbeitungssystematik sind spezielle Untersuchungen der natürlichen Schadstoffminderungsprozesse bei der stufenweisen Altlastenbearbeitung i. d. R. erst ab der Detailuntersuchung sinnvoll. Die Berücksichtigung natürlicher Schadstoffminderungsprozesse kann dann bei der Gefährdungsabschätzung erfolgen, so dass über ein MNA-Konzept frühestens nach der Gefährdungsabschätzung entschieden werden kann. Voraussetzung für die Durchführung von MNA ist dabei, dass eine alleinige Sanierung unverhältnismäßig ist.

Weiterhin ist es notwendig, dass standortspezifische Anforderungen geprüft und anschließend im Einzelfall beurteilt werden. Hierzu zählen die

- Betrachtung der Schadstoffquelle mit der Entscheidung, wie mit ihr umgegangen werden soll,
- Betrachtung der Schadstofffahne, insbesondere die Prognose des Schadstofffahnenverhaltens,
- Ermittlung der relevanten Schadstoffminderungsprozesse am Standort und
- Betrachtung des noch nicht beeinträchtigen Grundwassers und weiterer Schutzgüter.

Als Entscheidungshilfe für die Bewertung der standortspezifischen Anforderungen werden Empfehlungen gegeben. Diese besagen in Kürze, dass für ein MNA-Konzept

- die Schadstoffmenge oder der Austrag von Schadstoffen aus der Quelle reduziert werden sollte, um weitere Gefahren für das Grundwasser oder weiterer Schutzgüter abzuwenden oder die Existenz des Grundwasserschadens zu verkürzen,
- die Gesamtheit der frachtreduzierenden Prozesse (wie biol. Abbau, chem. Transformation, Sorption) den maßgeblichen Anteil an den Schadstoffminderungsprozessen darstellen sollte,
- die Fahnenentwicklung prognostizierbar sein sollte und
- die Prognose ergeben sollte, dass die Schadstofffahne „quasi stationär“ oder schrumpfend ist und damit eine Verunreinigung des noch nicht betroffenen Grundwassers oder weiterer Schutzgüter ausgeschlossen ist.

Die Kenntnis von Schadstoffminderungsprozessen wird zudem im Rahmen einer Sanierungsuntersuchung auch zur Beurteilung von Sanierungsmaßnahmen (Auswahlermessung) und Festlegung von Sanierungszielen dienen. Die Durchführung von MNA kann dann in Verbindung mit bzw. im Anschluss an eine Sanierung sinnvoll sein. Dies ist in der Mehrzahl der Fälle zu erwarten.

Ergänzend wird in dem ALA-Positionspapier eine mögliche Vorgehensweise in der Praxis beschrieben. Sie beinhaltet folgende Schritte:

- Untersuchungen zur Ermittlung, Beurteilung und Prognose der Schadstoffminderungsprozesse
- die Berücksichtigung der Ergebnisse bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen und – zielen
- die Planung und Durchführung der Überwachung zur Kontrolle der Wirksamkeit dieser Prozesse (MNA)
- eine Kontrolle, dass die Maßnahmenziele dauerhaft eingehalten werden

Die skizzierte systematische Vorgehensweise erlaubt eine nachvollziehbare Entscheidungsfindung. Damit können die bodenschutzrechtlich zuständigen Behörden ihr Ermessen ausüben und im Rahmen der Verhältnismäßigkeitprüfung von Maßnahmen über die Durchführung von MNA auf Basis eines MNA-Konzeptes entscheiden.

Es wird jedoch auch darauf hingewiesen, dass es sich bei der Durchführung von MNA immer um eine Einzelfallentscheidung handelt, die in enger Abstimmung zwischen Pflichtigem und Behörde getroffen wird.

Bei der stufenweisen Bearbeitung von Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen bzw. dadurch verursachten Gewässerverunreinigungen können die Aspekte der natürlichen Schadstoffminderung wie folgt einbezogen werden:

- Bei der **Erfassung** von altlastverdächtigen Flächen werden schadstoffmindernde Prozesse nicht betrachtet.
- Bei der **orientierenden Untersuchung (OU)** nach § 9 Abs. 1 BBodSchG ist das Ziel, mittels geeigneter Untersuchungen und Bewertungen einen hinreichend konkreten Anhaltspunkt bzw. Verdacht auf das Vorliegen einer Altlast, schädlichen Bodenveränderung oder einer dadurch verursachten Gewässerverunreinigung zu erhärten bzw. auszuschließen. Da diese Aufgabe von der zuständigen Behörde zu erbringen ist („Amtsermittlung“) und diese aufgrund der Fragestellung (Verdachtsermittlung, noch keine Gefahrenabwehr- bzw. Schadensbeseitigungsmaßnahmen) angehalten ist, mit geringst möglichem Aufwand eine Klärung herbeizuführen, ist eine Untersuchung schadstoffmindernder Prozesse nicht erforderlich.
- Ist der Anfangsverdacht bestätigt, muss der Pflichtige nach § 9 Abs. 2 BBodSchG die notwendigen Maßnahmen zur abschließenden Ermittlung und Bewertung der Gefahr bzw. des Schadens ergreifen und eine **Detailuntersuchung (DU)** durchführen. Bei festgestelltem altlastbedingten Grundwasserschaden kann der Pflichtige auf dieser Stufe Untersuchungen zur Ermittlung schadstoffmindernder Prozesse durchführen. Deren Ergebnisse können bei der Entscheidung über weitere Maßnahmen zur Gefahrenabwehr berücksichtigt werden. Weiterhin dienen diese Ergebnisse für die Gefahrenbeurteilung noch nicht beeinträchtigter Schutzgüter.
- Im Rahmen einer **Sanierungsuntersuchung (SU)** können schadstoffmindernde Prozesse bei der Bewertung von Sanierungsvarianten berücksichtigt werden. Dies setzt die Ermittlung und Quantifizierung relevanter schadstoffmindernder Prozesse spätestens auf dieser Stufe der Altlastenbearbeitung voraus. Die Entscheidung über ein MNA-Konzept findet im Anschluss an die Untersuchungen zum Nachweis der NA-Prozesse, deren Prognose und Nachprüfung der standortbezogenen Anforderungen statt. Die Berücksichtigung der Prozesse kann erst nach Prüfung der Anforderungen erfolgen. Allerdings ist die Berücksichtigung der Schadstoffminderung im Rahmen einer Überwachungsmaßnahme (MNA) keine Sanierungsmaßnahme im Sinne des BBodSchG und kann erst nach Prüfung der Anforderungen als Er-

gänzung (und nur im Ausnahmefall als Alternative) zu Sanierungsmaßnahmen in Erwägung gezogen werden.

61.1.1 Relevante Schadstoffgruppen

Die meisten Grundwasserverunreinigungen werden durch organische Schadstoffe im Boden verursacht.

Bodenverunreinigungen durch anorganische Schadstoffe (Schwermetalle, Halbmetalle, Cyanide) sind vergleichsweise selten die Ursache für Grundwasserverunreinigungen größeren Ausmaßes, da anorganische Stoffe häufig schwer löslich sind und eine hohe Adsorptionsfähigkeit an Bodenpartikel aufweisen.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht, welche NA-Prozesse bei welchen Schadstoffgruppen relevant sein können und in die NA-Untersuchungen einbezogen werden sollten.

Matrix der spezifischen NA-Untersuchungen (gem. Arbeitshilfe MNA H1-12, ITVA Stand 12/2004)

Prozesse Schadstoffgruppe	Biol. Abbau Anh. A-2	Fällung Anh. A-3	Sorption Anh. A-5	Verdünnung Anh. A-6	Verflüchtigung Anh. A-7
PAK	o	-	x	o	-
Naphthalin	x	-	x	o	?
CKW	x	-	o	o	x
MKW	x	-	o	o	o
BTEX	x	-	o	o	x
Schwermetalle	-	x	x	o	-
MTBE	o	-	-	o	x
TNT	x	?	x	o	-

X notwendig o im Einzelfall - i. d. R. nicht relevant ? nicht bekannt

Um die Abbau- und Rückhalteprozesse beurteilen zu können, sind die Milieubedingungen und Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser festzustellen. Veränderte Untersuchungsergebnisse im Vergleich zum Anstrom und zu verschiedenen Abstrombereichen (Schadstofffahne) können Hinweise auf mikrobielle Abbauvorgänge geben. Der erforderliche Parameterumfang variiert in Abhängigkeit der vorhandenen Schadstoffgruppen.

61.1.2 Untersuchungsparameter und deren Bedeutung für NA

Die Untersuchungs- und Beurteilungsstrategie ist einzelfallspezifisch festzulegen. Neben einigen verfügbaren etablierten Methoden werden im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes KORA (<http://www.natural-attenuation.de>) neue Methoden entwickelt und auf Praxiseignung erprobt. Dabei handelt es sich insbesondere um

- biologische Methoden (z. B. Mikrokosmen, DNA-Fingerprintung, Isotopenfraktionierung),
- chemisch-analytische Methoden,
- technische Labormethoden (z. B. Säulenversuche),
- Felduntersuchungsmethoden und

- kombinierte Grundwasserströmungs-, Stofftransport- und Reaktionsmodelle.

Informationen darüber können auch über die o. g. Internetseite eingeholt werden.

Weitere Informationen über Untersuchungsmethoden gibt das Merkblatt des Landesamtes für Wasserwirtschaft Bayern (http://www.bayern.de/lfw/service/produkte/veroeffentlichungen/merkblaetter/teil_3/3_8/nr_383.pdf).

Detaillierte Hinweise zum Parameterumfang zur Beurteilung der Abbauprozesse für die oben aufgeführten relevanten Schadstoffgruppen sind nachfolgend dargestellt (in Anlehnung an die Arbeitshilfe MNA des HLUG, Anhang 3):

Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)

als Hauptbestandteil von Heizöl, Diesel, Vergaserkraftstoffen und Kerosin

Mineralölkohlenwasserstoffe werden bevorzugt unter aeroben Bedingungen abgebaut. Dabei erfolgt der Abbau von Alkanen über Alkohole zunächst zu Fettsäuren, die Oxidation von Alkenen zu Fettsäuren erfolgt über Epoxide. Die entstandenen Fettsäuren werden schnell abgebaut. Toxische Zwischenprodukte sind in der Regel nicht zu erwarten. Bei Sauerstoffmangel kann es zu einer Anreicherung von kurzkettigen MKW kommen.

Im anaeroben Milieu (Nitrat-Atmung, Sulfat-Atmung, Fe(II)-Reduktion) ist der Abbau von MKW möglich, verläuft jedoch deutlich langsamer als unter aeroben Bedingungen.

Feldparameter	Untersuchungsrelevanz für NA-Monitoring
▪ Sauerstoff	Elektronenakzeptor bei der aeroben Atmung. Eine Abnahme zeigt aerobe mikrobielle Abbauprozesse an. Häufig ist der Sauerstoffgehalt der limitierende Faktor.
▪ Redoxspannung	Indikator für das Milieu im Grundwasser (oxidierend / reduzierend). Eine Abnahme weist auf aerobe bzw. anaerobe Atmung hin.
▪ pH-Wert	Standard-Feldparameter. Der Bereich pH 5 bis 9 wird von Mikroorganismen i. d. R. bevorzugt.
▪ Temperatur	Eine Erhöhung deutet auf intensive mikrobielle Abbauvorgänge hin.
▪ Leitfähigkeit	Standard-Feldparameter. Die Leitfähigkeit kann als Indikator zur Unterscheidung hydrochemischer Zonen herangezogen werden.
Anionen	
▪ Nitrat	Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Denitrifikation, Nitrat-Atmung); relevant, wenn Sauerstoff verbraucht ist. Eine Reduktion zeigt Denitrifikation an.
▪ Sulfat	Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Sulfat-Atmung); relevant, wenn Sauerstoff und Nitrat verbraucht sind. Optional: 34S / 32S-Isotopenverhältnis. Die Zunahme der 34S-Werte deutet auf Sulfat-Atmung hin.
▪ Hydrogencarbonat	Abbauprodukt bei aerober und anaerober Atmung. Eine Erhöhung weist auf mikrobielle Abbauvorgänge hin.
▪ Phosphat-P	Nährstoff, häufig Minimumfaktor bei mikrobiellen Abbauprozessen
▪ Nitrit	optionaler Parameter; Zwischenprodukt bei unvollständiger Denitrifikation (s. Nitrat)

Kationen	
▪ Ammonium-N	Standardparameter; Nährstoff, Anzeiger für sauerstoffarmes Milieu
▪ Mangan	bei Zunahme Hinweis auf mikrobielle Abbauprozesse infolge anaerober Atmung: Reduktion schwerlöslicher Mn(IV)-Verbindungen zu löslichem Mn(II).
▪ Eisen	bei Zunahme Hinweis auf mikrobielle Abbauprozesse infolge anaerober Atmung: Fe(III)-Reduktion zu löslichem Fe(II).
organische Summenparameter	
▪ MKW (GC-FID)	Ermittlung der MKW-Belastung; Hauptindikator zur Beurteilung von MKW-Abbauprozessen
▪ DOC	optionaler Parameter; gelöster organischer Kohlenstoff. Eine Abnahme gibt Hinweise auf mikrobielle Abbauprozesse.
organische Einzelparameter	
▪ BTEX	Bestandteile von Ottokraftstoffen (ca.-Gehalte: Benzol 1-5 %, Toluol 8 %, Xylole 8 %, Ethylbenzole 2%), Diesel (0,7 %), u.U. auch von Kerosin.
▪ Alkylbenzole (ab C3)	Bestandteil von Ottokraftstoffen (ca. 25 – 45 %) und Diesel / Heizöl (5 – 20 %)
▪ MTBE (Methyl-tertiär-butylether)	Bestandteil von Ottokraftstoffen (0 – 5 %; hohe Anteile bei Super plus) mit geringer Abbaubarkeit
▪ Alkane	Anteil im Ottokraftstoff für aliphatische Alkane (C5-C9) 45 – 60 % (davon: 30 % iso-Alkane, 15 % n-Alkane), Diesel (C10–C22) / Heizöl (C9-C24) 25 – 60 % (überwiegend n-Alkane mit Maximum bei n-C13 - n-C15); mono- und dicyclische Alkane (20 – 30 %)
▪ PAK	Bestandteil von Kraftstoffen (Otto: ca. 0,6 % Naphthalin u. Methyl-naphthaline; Diesel: 0,2 % Naphthalin, 5 % Alkyl-Naphthaline, 2 % nichtalkylierte PAK),
sonstige Parameter	
▪ DIC	gelöster anorganischer Kohlenstoff (CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻). Eine Erhöhung im Belastungszentrum weist auf Abbauvorgänge hin.
▪ Zellzahlen	optionale Parameter zur Beschreibung der mikrobiellen Aktivität: Gesamtzellzahl; Keimzahl (Lebendzellzahl); Keimzahlen MKW-abbauender Bakterien, denitrifizierender, sulfatreduzierender, Fe(III)-reduzierender Bakterien.

Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Beim aeroben Abbau erfolgt zunächst die Oxidation zu Phenolen, bzw. zu Diolen wie Brenzkatechin. Nach Ringspaltung entstehen offenkettige Karbonsäuren. Diese werden rasch mineralisiert. Metaboliten treten i.d.R. nicht in höheren Konzentrationen auf. Der aerobe Abbau ist grundsätzlich bei allen BTEX möglich, Toluol ist dabei am besten abbaubar.

Im anaeroben Milieu sind BTEX ebenfalls prinzipiell abbaubar. Für den in Teilschritten sich vollziehenden Abbau sind jeweils spezialisierte Mikroorganismengruppen beteiligt. Zur Mineralisierung der BTEX ist daher eine geeignete Mischbiozönose erforderlich. Beim anaeroben Abbau sind typische Metaboliten zu erwarten, dazu zählen insbesondere aromatische Säuren wie Benzoesäure, Phenyllessigsäure, Dimethylbenzoesäure und Phthalsäure. Die Metaboliten sind i. d. R. weniger wassergefährdend als die Ausgangsprodukte.

Feldparameter		Untersuchungsrelevanz für NA-Monitoring
▪ Sauerstoff		Elektronenakzeptor bei der aeroben Atmung. Eine Abnahme zeigt aerobe mikrobielle Abbauprozesse an. Häufig ist der Sauerstoffgehalt der limitierende Faktor.
▪ Redoxspannung		Indikator für das Milieu im Grundwasser (oxidierend / reduzierend). Eine Abnahme weist auf aerobe bzw. anaerobe Atmung hin.
▪ pH-Wert		Standard-Feldparameter. Der Bereich pH 5 bis 9 wird von Mikroorganismen i. d. R. bevorzugt.
▪ Temperatur		Eine Erhöhung deutet auf intensive mikrobielle Abbauvorgänge hin.
▪ Leitfähigkeit		Standard-Feldparameter. Die Leitfähigkeit kann als Indikator zur Unterscheidung hydrochemischer Zonen herangezogen werden.
Anionen		
▪ Nitrat		Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Denitrifikation, Nitrat-Atmung); relevant, wenn Sauerstoff verbraucht ist. Eine Reduktion zeigt Denitrifikation an.
▪ Sulfat		Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Sulfat-Atmung); relevant, wenn Sauerstoff und Nitrat verbraucht sind. Optional: 34S / 32S-Isotopenverhältnis. Die Zunahme der 34S-Werte deutet auf Sulfat-Atmung hin.
▪ Hydrogencarbonat		Abbauprodukt bei aerober und anaerober Atmung. Eine Erhöhung weist auf mikrobielle Abbauvorgänge hin.
▪ Phosphat-P		Nährstoff, häufig Minimumfaktor bei mikrobiellen Abbauprozessen
▪ Nitrit		optionaler Parameter; Zwischenprodukt bei unvollständiger Denitrifikation (s. Nitrat)
Kationen		
▪ Ammonium-N		Standardparameter; Nährstoff, Anzeiger für sauerstoffarmes Milieu
▪ Mangan		bei Zunahme Hinweis auf mikrobielle Abbauprozesse infolge anaerober Atmung: Reduktion schwerlöslicher Mn(IV)-Verbindungen zu löslichem Mn(II).
▪ Eisen		bei Zunahme Hinweis auf mikrobielle Abbauprozesse infolge anaerober Atmung: Fe(III)-Reduktion zu löslichem Fe(II).
organische Summenparameter		
▪ MKW (GC-FID)		Mit diesem Summenparameter sind nicht-leichtflüchtige Bestandteile in Ottokraftstoff, Kerosin, Diesel, Heizöl nachweisbar (Alkane > C10, C3-Aromaten, PAK).
▪ DOC		optionaler Parameter; gelöster organischer Kohlenstoff. Eine Abnahme gibt Hinweise auf mikrobielle Abbauprozesse.
organische Einzelparameter		
▪ BTEX		Ermittlung der BTEX-Belastung; Hauptindikator zur Beurteilung von BTEX-Abbauprozessen, Bestandteile von Ottokraftstoffen (ca.-Gehalte: Benzol 1-5 %, Toluol 8 %, Xylole 8 %, Ethylbenzole 2%), Diesel (0,7 %), u.U. auch von Kerosin
▪ Benzoesäure		optionaler Parameter; Metabolit von Toluol, zeigt anaerobe Abbauvorgänge an. Die Untersuchung weiterer Abbauprodukte kann im Einzelfall sinnvoll sein.
▪ Methan		optionaler Parameter; verbreitetes Abbauprodukt unter methanogenen Bedingungen; Probenahme und Analyse ist aufgrund der Flüchtigkeit relativ aufwändig
▪ Alkylbenzole (ab C3)		Bestandteil von Ottokraftstoffen (ca. 25 – 45 %) und Diesel / Heizöl (5 – 20 %)
▪ MTBE (Methyl-tertiär-butylether)		Bestandteil von Ottokraftstoffen (0 – 5 %; hohe Anteile bei Super plus) mit geringer Abbaubarkeit

▪ Alkane	Anteil im Ottokraftstoff für aliphatische Alkane (C5-C9) 45 – 60 % (davon: 30 % iso-Alkane, 15 % n-Alkane), Diesel (C10–C22) / Heizöl (C9-C24) 25 – 60 % (überwiegend n-Alkane mit Maximum bei n-C13 - n-C15); mono- und dicyclische Alkane (20 – 30 %)
▪ PAK	Bestandteil von Kraftstoffen (Otto: ca. 0,6 % Naphthalin u. Methylnaphthaline; Diesel: 0,2 % Naphthalin, 5 % Alkyl-Naphthaline, 2 % nichtalkylierte PAK),
sonstige Parameter	
▪ DIC, Säurekapazität, Karbonathärte	gelöster anorganischer Kohlenstoff (CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻); eine Erhöhung im Belastungszentrum weist auf Abbauvorgänge hin, alternativ kann die Säurekapazität und Karbonathärte bestimmt werden.
▪ Zellzahlen	optionale Parameter zur Beschreibung der mikrobiellen Aktivität: Gesamtzellzahl; Keimzahl (Lebendzellzahl); Keimzahlen MKW-abbauender Bakterien, denitrifizierender, sulfatreduzierender, Fe(III)-reduzierender Bakterien.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Im aeroben Milieu sind die 2er- und 3er-Ringe der PAK gut abbaubar. Für die anderen PAK ist ein aerober Abbau prinzipiell auch möglich, jedoch meist mit geringen Abbauraten. Der mikrobielle Abbau kann über eine Degradation des PAK-Gerüsts (vollständiger Abbau, Mineralisierung) oder über Einlagerung in Huminstoffe (Humifizierung) erfolgen. Beide Abbauvorgänge können auch parallel stattfinden. Um gute Abbauraten zu erreichen ist i.d.R. das Vorhandensein von Kosubstraten erforderlich. PAK mit 4 und mehr Ringen werden ausschließlich cometabolisch abgebaut.

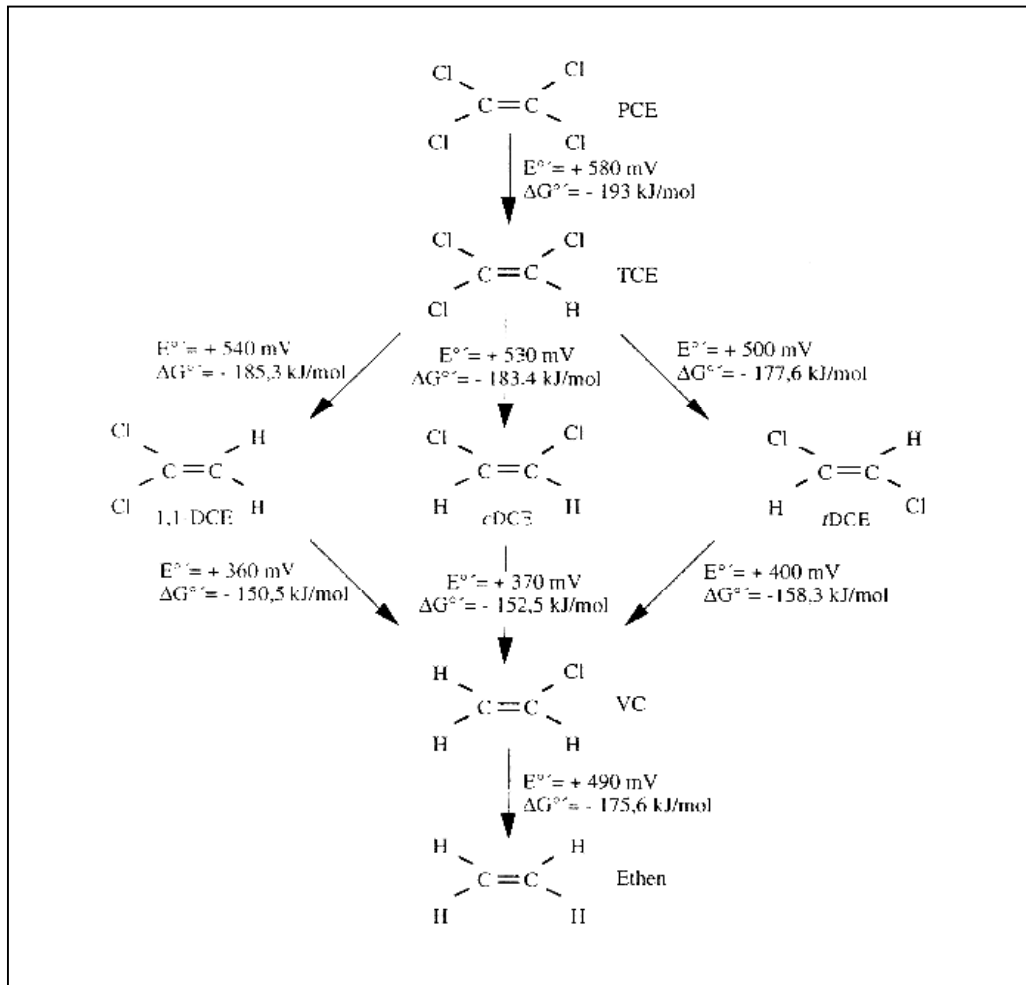
Unter anaeroben Bedingungen können einige PAK ebenfalls abgebaut werden, die Abbaubarkeit ist dann jedoch deutlich geringer. Unter nitratreduzierenden und sulfatreduzierenden Bedingungen (Nitrat-Atmung, Sulfat-Atmung) können insbesondere Naphthalin und Acenaphthen abgebaut werden.

Feldparameter	Untersuchungsrelevanz für NA-Monitoring
▪ Sauerstoff	Elektronenakzeptor bei der aeroben Atmung. Eine Abnahme zeigt aerobe mikrobielle Abbauprozesse an. Häufig ist der Sauerstoffgehalt der limitierende Faktor.
▪ Redoxspannung	Indikator für das Milieu im Grundwasser (oxidierend / reduzierend). Eine Abnahme weist auf aerobe bzw. anaerobe Atmung hin.
▪ pH-Wert	Standard-Feldparameter. Der Bereich pH 5 bis 9 wird von Mikroorganismen i. d. R. bevorzugt.
▪ Temperatur	Eine Erhöhung deutet auf intensive mikrobielle Abbauvorgänge hin.
▪ Leitfähigkeit	Standard-Feldparameter. Die Leitfähigkeit kann als Indikator zur Unterscheidung hydrochemischer Zonen herangezogen werden.
Anionen	
▪ Nitrat	Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Denitrifikation, Nitrat-Atmung); relevant, wenn Sauerstoff verbraucht ist. Eine Reduktion zeigt Denitrifikation an.
▪ Sulfat	Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Sulfat-Atmung); relevant, wenn Sauerstoff und Nitrat verbraucht sind. Optional: 34S / 32S-Isotopenverhältnis, die Zunahme der 34S-Werte deutet auf Sulfat-Atmung hin.
▪ Hydrogencarbonat	Abbauprodukt bei aerober und anaerober Atmung. Eine Erhöhung weist auf

	mikrobielle Abbauvorgänge hin.
▪ Phosphat-P	Nährstoff, häufig Minimumfaktor bei mikrobiellen Abbauprozessen
▪ Nitrit	optionaler Parameter; Zwischenprodukt bei unvollständiger Denitrifikation (s. Nitrat)
Kationen	
▪ Ammonium-N	Standardparameter; Nährstoff, Anzeiger für sauerstoffarmes Milieu
▪ Mangan	bei Zunahme Hinweis auf mikrobielle Abbauprozesse infolge anaerober Atmung: Reduktion schwerlöslicher Mn(IV)-Verbindungen zu löslichem Mn(II).
▪ Eisen	bei Zunahme Hinweis auf mikrobielle Abbauprozesse infolge anaerober Atmung: Fe(III)-Reduktion zu löslichem Fe(II).
organische Summenparameter	
▪ MKW (GC-FID)	Mineralölprodukte wie Kerosin, Diesel, Heizöl können einerseits als Ko-substrate den PAK-Abbau begünstigen, andererseits durch Sauerstoffzehrung behindern.
▪ DOC	optionaler Parameter; gelöster organischer Kohlenstoff. Eine Abnahme gibt Hinweise auf mikrobielle (und evtl. cometabolische) Abbauprozesse.
organische Einzelparameter	
▪ PAK	Ermittlung der PAK-Belastung; Hauptindikator zur Beurteilung von PAK-Abbauprozessen
▪ BTEX	BTEX können einerseits als Kosubstrate den PAK-Abbau begünstigen, andererseits durch Sauerstoffzehrung behindern.
sonstige Parameter	
▪ DIC, Säurekapazität, Karbonathärte	gelöster anorganischer Kohlenstoff (CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻). Eine Erhöhung im Belastungszentrum weist auf Abbauvorgänge hin. Alternativ kann die Säurekapazität und Karbonathärte bestimmt werden.
▪ Zellzahlen	optionale Parameter zur Beschreibung der mikrobiellen Aktivität: Gesamtzellzahl; Keimzahl (Lebendzellzahl); Keimzahlen MKW-abbauender Bakterien, denitrifizierender, sulfatreduzierender, Fe(III)-reduzierender Bakterien.

Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW)

Das Prinzip der reduktiven Dechlorierung von PCE über TCE zu DCE verläuft anaerob. In der aerob-Stufe erfolgt die weitergehende Oxidation von DCE über VC zu Ethen. Letzteres kann als cometabolisches Auxiliarsubstrat den Oxidationsprozess wiederum stimulieren:



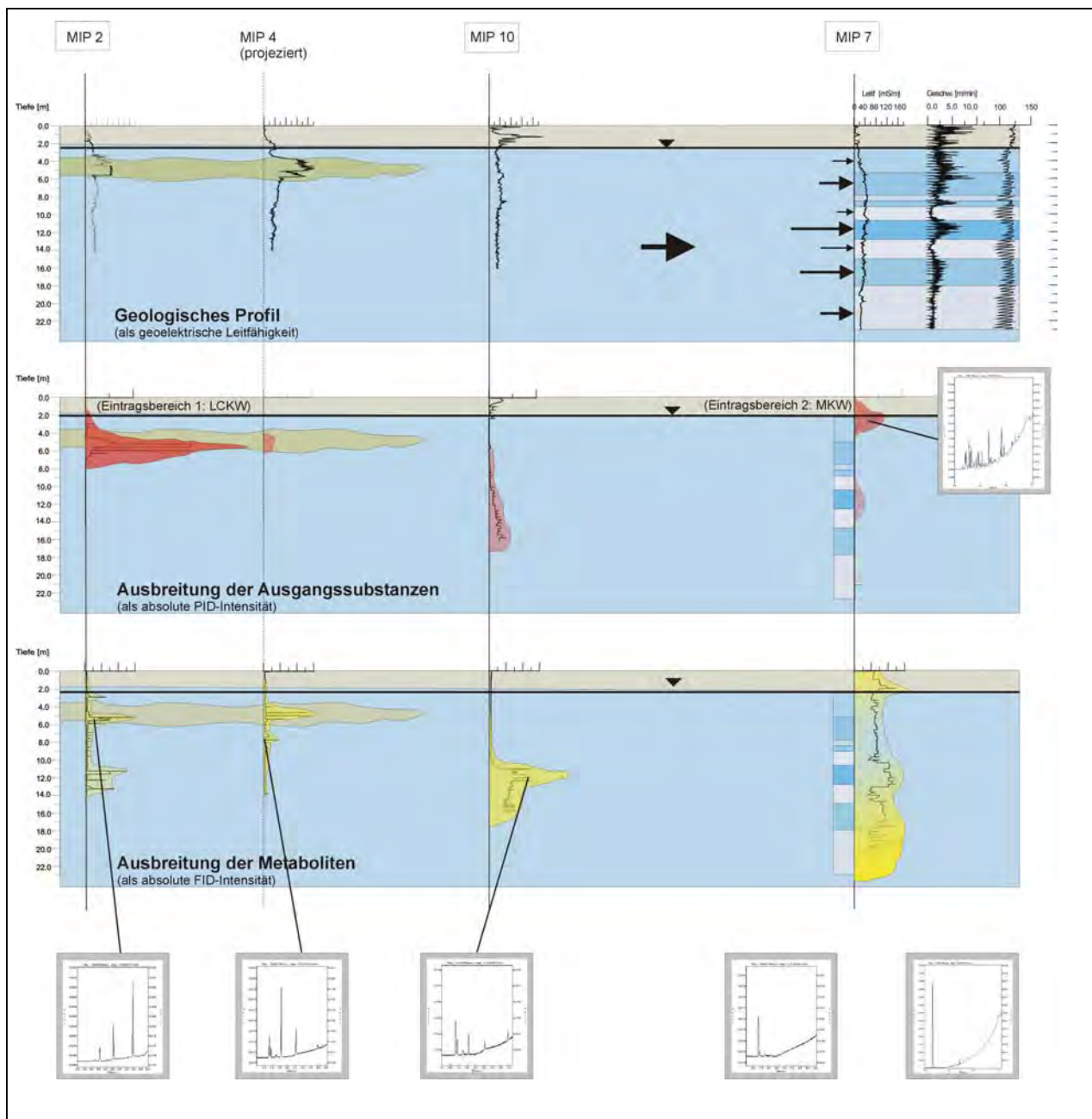
Feldparameter	Untersuchungsrelevanz für NA-Monitoring
Sauerstoff	Elektronenakzeptoren bei der oxidativen/hydrolytischen Dechlorierung und aeroben Atmung. Eine Abnahme zeigt aerobe mikrobielle Abbauprozesse an. Konzentrationen über 0,5 mg/l unterdrücken reduktive Dechlorierung. Bei mehr als 1 mg/l kann Vinylchlorid aerob oxidiert werden.
Redoxspannung	Indikatoren für das Milieu im Grundwasser (oxidierend/ reduzierend).
pH-Wert	Veränderungen der H^+/OH^- -Ionenkonzentration: Standard-Feldparameter. Der Bereich pH 6 bis 8 wird von Mikroorganismen i. d. R. bevorzugt, pH 5 bis 9 wird bei reduktiver Dechlorierung toleriert.
Temperatur	Temperaturveränderungen: Eine Erhöhung deutet auf intensive mikrobielle Abbauvorgänge hin.
Leitfähigkeit	Standard-Feldparameter

Anionen	
▪ Nitrat	Elektronenakzeptoren bei der anaeroben Atmung (Denitrifikation, Nitrat-Atmung). Nitrat reagiert nicht direkt mit den LCKW, kann aber die Abbaubarkeit der LCKW (negativ) beeinflussen. Z. B. kann Nitrat in höheren Konzentrationen (> 1 mg/l) mit den LCKW als Substrat bei reduktiven Reaktionen konkurrieren.
▪ Sulfat	Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Sulfat-Atmung). In höheren Konzentrationen (> 20 mg/l) kann Sulfat mit den LCKW als Substrat bei reduktiven Reaktionen konkurrieren.
▪ Sulfid, Hydrogensulfid, H ₂ S	Optionaler Parameter: Bei Konzentrationen über 1 mg/l sind reduktive Reaktionen möglich.
▪ Hydrogencarbonat	Optionaler Parameter, u.U. relevant bei Mischschäden wie z.B. LCKW/BTEX. Hydrogencarbonat ist Endprodukt bei der aeroben und anaeroben Atmung. Eine Erhöhung weist auf mikrobielle Abbauvorgänge hin, jedoch nicht zwingend auf LCKW-Abbau.
▪ Phosphat-P	Nährstoff, häufig Mangelfaktor bei mikrobiellen Abbauprozessen.
Kationen	
▪ Ammonium-N	Standardparameter; Nährstoff, Anzeiger für sauerstoffarmes Milieu.
▪ Mangan	Bei Zunahme Hinweis auf mikrobielle Abbauprozesse infolge anaerober Atmung.
▪ Eisen	Bei Zunahme Hinweis auf Abbauprozesse infolge anaerober Atmung. Bei Konzentrationen über 1 mg/l sind reduktive Reaktionen möglich.
organische Einzelparameter	
▪ Tetrachlorethen (PCE)	Primärkontaminant
▪ Trichlorethen (TCE)	Primärkontaminant oder Metabolit des Tetrachlorethen-Abbaus
▪ cis-1,2-Dichlorethen	Metabolit des Trichlorethen-Abbaus. Wenn deutlich höhere Konzentrationen als bei den beiden anderen Dichlorethenen gemessen werden, finden sehr wahrscheinlich mikrobielle Abbauvorgänge statt.
▪ trans-1,2-Dichlorethen	abiotischer Metabolit des Trichlorethen-Abbaus
▪ 1,1-Dichlorethen	abiotischer Metabolit des Trichlorethen-Abbaus bzw. des 1,1,1-Trichlorethan-Abbaus
▪ Vinylchlorid	Metabolit des Dichlorethen-Abbaus; schwierige Analyse (s.o.).
▪ 1,1,1-Trichlorethan	Primärkontaminant
▪ 1,1-Dichlorethan	Metabolit des Trichlorethan-Abbaus
▪ Chlorethan	Optionaler Parameter; Metabolit; Analyse sehr schwierig
▪ Tetrachlormethan	Primärkontaminant
▪ Trichlormethan	Primärkontaminant oder Metabolit des Tetrachlormethan
▪ Dichlormethan	Primärkontaminant oder Metabolit des Dichlormethan
▪ Chlormethan	Optionaler Parameter; Metabolit des Dichlormethan-Abbaus; schwierige Analyse.
▪ Flüchtige Fettsäuren	Optionaler Parameter. Metabolite aus dem biologischen Abbau z.B. von MKW; dienen als Kohlenstoff- und Energiequellen.
▪ BTEX	Kohlenstoff- und Energiequelle; beschleunigt Dechlorierung (s. Abb. unten)
▪ Phenole	Kohlenstoff- und Energiequelle; beschleunigt Dechlorierung
▪ Methan, Ethen, Ethan,	Optionale Parameter; Probenahme (sehr hoher Dampfdruck → Streipeffekte!) und Analyse sehr schwierig (s.o.). Methan ist Metabolit des Auxiliarsubstrates bzw. von chlorierten Methanen.

sonstige Parameter sonstige Parameter	
▪ DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff; Kohlenstoff- und Energiequelle. Ein hoher DOC beschleunigt die mikrobielle Dechlorierung; eine Abnahme gibt Hinweise auf mikrobielle Abbauprozesse.
▪ DIC	Gelöster anorganischer Kohlenstoff (CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-}). Eine Erhöhung im Belastungszentrum weist auf Abbauvorgänge hin.
▪ Kohlendioxid	optionaler Parameter; Endprodukt aerober Stoffwechselwege
▪ Wasserstoff (H_2)	optionaler Parameter; schwierige Bestimmung. Bei Konzentrationen $> 1 \text{ nmol}$ sind reduktive Reaktionen möglich. Vinylchlorid kann akkumulieren.

Beispiel für die direkte in-situ Visualisierung von NA-Prozessen an LCKW

Das NA-Monitoring erfolgt eine sorgsame Planung des Untersuchungsszenarios. Neben den probenahme-basierten Monitorings und den daraus abgeleiteten Ausbreitungsmodellierungen und Abbauberechnungen lassen sich Abbauprozesse zuweilen direkt erfassen. Nachstehende Abbildung zeigt das online-Monitoring von Natural Attenuation Prozessen mit MIP-Sondierung und gekoppelter in-situ online Gaschromatographie. Das geologische Profil wird über die geoelektrische Leitfähigkeit ermittelt. Es zeigt einen Geschiebemergel-Horizont in Brandenburg mit erhöhter geoelektrischer Leitfähigkeit, eingelagert in sandige glazigene Sedimente. Dort kommt es im Bereich eines metallverarbeitenden Betriebes (Eintragstelle bei MIP 2) zur Akkumulation von PCE / TCE (und wenig DCE; vgl. 1. Gachromatogramm v. links) im Geschiebemergel. Ein Teil der hochchlorierten Primärkontaminanten „blutet“ in den tieferliegenden Teil des GW-Leiters aus. Dabei erfolgt eine beschleunigte Dechlorierung von PCE und TCE. Die Dechlorierung nimmt im Abstrom der Fahne über MIP 4 und MIP 10 weiter zu. Dies hängt zusammen mit der mit der vermehrten Entstehung cometabolischer Auxiliarsubstrate (Ethen, Methan) bei MIP 10 und MIP 7 sowie dem zusätzlichen Eintrag von Mineralölkohlenwasserstoffen als einem weiteren Co-Substrat bei MIP 7 (Bracke, 2001). Am Ansatzpunkt MIP 7 ist die Dechlorierung abgeschlossen. Über die Eindringgeschwindigkeit der MIP-Sonde und die Temperaturleitfähigkeit des Porengrundwasserleiters lassen sich diejenigen hydraulisch aktiven Horizonte ausweisen, auf denen sich die Fahne vorzugsweise bewegt (10-12 m; MIP 7).



61.2 Kostenermittlung

Für den Leistungsbereich wird kein eigenständiges Leistungsregister erstellt. Die notwendigen Untersuchungsszenarien ergeben sich standortspezifisch über die o.g. Hinweise aus den einschlägigen Leitfäden und Richtlinien. Leistungspositionen und Kosten für diese Untersuchungen und Analysen zur Quantifizierung von natürlichen Abbau- und Rückhalteprozessen werden überwiegend in den Leistungsbereichen 11-10-00 „Umwelttechnische Felduntersuchungen“ und 13-00-00 „Chemisch-physikalische Analytik“ erfasst.

61.3 Literatur

- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung: Internetpräsentation zum BMBF-Förderschwerpunkt „Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Grundwässer und Böden“. <http://www.natural-attenuation.de>
- Bracke, R. (2001): Monitoring von Natural Attenuation Prozessen an LCKW mit MIP-Sondierung und gekoppelter in-situ online Gaschromatographie.- Tagungsband 3. DECHEMA Symposium Natural Attenuation 12/2001.
- HLUG - Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Arbeitshilfe zu überwachten natürlichen Abbau- und Rückhalteprozessen (Monitored Natural Attenuation – MNA), November 2004.
- Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. (ITVA): ITVA Arbeitshilfe H1-12 Monitored Natural Attenuation, Stand Dezember 2004, Berlin, 2004.
- LfU Baden-Württemberg / Angewandte Geowissenschaft, Univ. Tübingen: Entwicklung von Bewertungskriterien natürlicher Schadstoffabbauprozesse in Grundwasserleitern als Grundlage für Sanierungsentscheidungen bei Altstandorten, Teutsch / Rügner / Grathwohl / Kohler, Tübingen 2001.
- Martus, P.; Püttmann, W.: Anforderungen bei der Anwendung von „Natural Attenuation“ zur Sanierung von Grundwasserschadensfällen, altlasten spektrum 2/2000.
- Odensaß, M.: Natural Attenuation – aktuelle Vollzugsfragen. Tagungsband Forum Altlasten und Bodenschutz im BEW Duisburg am 16./17.09.2003.
- Raphael, T.: Erfahrungen zum Einsatz von „Enhanced Natural Attenuation“, Seminarband zum Fachgespräch Sickerwasserprognose / Natural Attenuation am 20.11.2001 des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz.
- Rügner, H.; Teutsch, G.; Grathwohl, P.; Kohler, W.: Natural Attenuation organischer Schadstoffe im Grundwasser, in Schriftenreihe altlastenforum Baden-Württemberg e.V., Heft 5, Stuttgart 2001.
- Thornton S.F.; Oswald, S.E. (Hrsg., 2002): Groundwater Quality: Natural and Enhanced Restoration of Groundwater Pollution.- IAHS International Association of Hydrological Sciences, Centre of Ecology and Hydrology, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Darüber hinaus wurde bei den o. g. Ausführungen der Diskussionsstand im Unterausschuss „Natural Attenuation“ des ständigen Ausschusses Altlasten der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) berücksichtigt.

61.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Leistungsanbieter für die methodischen Untersuchungen zur Quantifizierung von NA, für die Anwendung von Modellsystemen zur Prognose der räumlichen und zeitlichen Veränderungen sowie für Monitoringmaßnahmen sollten anhand vergleichbarer Referenzen ausgewählt werden.

70.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 27-00-00	Direkt-/Indirekteinleitung, Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Entnahme von Bodenluft, Deponiegas
LB 54-00-00	Dränarbeiten, Entwässerungskanalarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

70 00 00 Oberflächenabdeckung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
70 01 00	Planum herstellen					
01	Gelände fläche planieren	m ²	0,10	1,90	0,62	12
02	(Grob-)Planum herstellen	m ²	0,10	2,30	0,57	116
03	(Fein-)Planum herstellen; +/- 2cm	m ²	0,19	1,40	0,53	27
70 02 00	Mineralische Oberflächenabdeckung liefern und herstellen					
01	Bindigen Boden zur Herstellung der Oberflächenabdeckung liefern, Materialkennwerte: $k \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s	m ³	3,76	24,72	16,68	11
02	Bindigen Boden (DIN 18300) bauseits gelagert auftragen; Auftragdicke: ca. 10 cm ca. 20 cm ca. 50 cm	m ²			9,20 * x 1,0 * x 0,9 * x 0,7 *	
03	Material zur Herstellung der Oberflächenabdeckung laden, transportieren	m ³	0,87	3,32	2,14	11
04	Material der Oberflächenabdeckung gefälle- und profilgerecht einbauen und verdichten. Einbauwerte: 2-lagig je 0,25 m (verdichtet), $D_{Pr} \geq 95 \%$, $k_f\text{-Wert} < 1 \times 10^{-8}$ m/s	m ²	0,95	3,84	2,39	11
05	Mehraufwand für den Vor-Kopf-Einbau der ersten Lage Auffüllboden auf dem Trennflies	m ²	0,55	25,61	6,48	5
70 03 00	Temporäre Abdeckungen					
01	Gewebeverstärkte Kunststoffdichtungsbahn > 1 mm liefern und verlegen, incl. Windsicherung	m ²	0,72	28,25	4,88	30

LB-AF Nr. Leistungsbereich

70 00 00 Oberflächenabdeckung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	02	Geotextil / Flies 1200 g/m ² liefern und verlegen	m ²	1,16	7,80	3,21	8
	03	Abplanen und Wiederaufdecken von entsiegelten Bereichen mit PE-Folie	m ²	0,72	28,25	8,51	17
	04	Abplanen (arbeitstäglich) sämtlicher kontaminierter Bereiche der Baugrube und Wiederaufdeckung; inkl. Liefern und Entsorgung der Abdeckung Material:	m ²	0,27	6,69	2,29	33
		PE-Folie		0,27	6,69	x 1,0	
		Geotextiles Flies		1,16	2,69	x 0,8	
70	04	00	Gräben, Schächte, Einzelbauteile				
	01	Leitungsgräben (für Sickerleitungen, Drainagegräben etc.) ausheben und wiederverfüllen; Aushubtiefe t:	m ³	2,10	92,70	14,05	86
		bis 3 m		2,10	92,70	x 1,0	
		bis 5 m		15,00	31,01	x 1,4	
		Bodenklasse:					
		Bkl. 2		2,32	37,80	x 1,2	
		Bkl. 3-5		2,10	92,70	x 1,0	
		Bodenklasse 6				x 1,7 *	
		Zuschlag:					
		Aushub kontaminierter Boden		9,10	42,20	x 1,6	
	02	Sickerstrang herstellen, T = bis 0,5 m, einschl. Sickerpackung aus Kies 16/32	m ³	7,70	27,40	19,30	4
	03	Entwässerungsrinne herstellen, Gerinne aus Ton-Schluff-Gemisch mit trapezförmigem Querschnitt	m ³	6,71	23,96	14,99	6
	04	Gasstutzen einbauen, gasdicht verschließbar	Stck.	898,20	898,20	898,20	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

70.3 Literatur

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Temporäre Oberflächenabdeckungen, Februar 2000.

Landesumweltamt NRW: CD-ROM „Altlasten in NRW“, Fachthema Sanierung Ebene 5, Stand Dezember 2003.

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 6/98 „Oberflächensicherung von Altablagerung und Deponien“, Stand 02/2000.

Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 BBodSchV), Arbeitshilfe der LABO in Zusammenarbeit mit LAB, LAGA und LAGA.

Wattendorf, P.; Konold, W.: Untersuchungen zur Gestaltung von Rekultivierungsschichten und Wurzelsperren, 2001.

70.4 Information über Leistungsanbieter

Auf Initiative des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie wurde 1989 die Überwachungsgemeinschaft „Bauen für den Umweltschutz“ e.V. gegründet. Ziel der Gründung war die Sicherstellung einer qualifizierten Ausführung für die Bereiche „Bau von Abfallentsorgungsanlagen“ und „Sicherung und Sanierung von Altlasten“.

In der Überwachungsgemeinschaft haben sich Fachfirmen zusammengeschlossen, die unterschiedliche Leistungsspektren anbieten. Über eine Suchmaske im Internetportal www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de kann nach den entsprechenden Fachfirmen recherchiert werden.

71 Oberflächenabdichtung

In Abhängigkeit von den einzelfallspezifischen Bedingungen sind durch eine Oberflächenabdichtung folgende Wirkungen zu erreichen:

- Reduzierung der Sickerwasserneubildung durch Verhinderung des Zutritts von Niederschlagswasser,
- Minimierung der Emission von flüchtigen Schadstoffen oder Deponiegas,
- Verhinderung von Staubemissionen und Abfallverwehungen,
- Unterbindung des direkten Schadstoffkontaktes,
- Unterbindung von Luftzutritten in die Altlast zur Unterstützung einer aktiven Entgasung.

Bei der Sanierung von Ablagerungen können sich Schwierigkeiten hinsichtlich der Standsicherheit und des Einbaus durch zu steile Böschungsneigungen ergeben. Hier kommen zunehmend auch alternative Abdichtungssysteme zum Einsatz, die für den Einbau in steilen Böschungen günstigere Eigenschaften aufweisen. Bei der Sanierung von Altstandorten erfolgt die Oberflächenabdichtung häufig durch eine Versiegelung im Zuge der Neubebauung. Dadurch entsteht eine enge Verzahnung von Altlastensanierung und Flächenreaktivierung.

Nachfolgend werden die wesentlichen Elemente eines Oberflächenabdichtungssystems in einer Übersicht dargestellt. Neben den Regelabdichtungen nach der Deponieverordnung werden auch alternative Abdichtungssysteme wie z. B. Kapillarsperren und geosynthetische Tondichtungsbahnen beschrieben (s. Kap. 71.1 – 71.6).

Schicht	Funktion / Ausführung	Material
Ausgleichsschicht	Tragschicht, Schaffung des Planums ggf. mit Gefälle	verdichtungsfähiges, gaswegsameres Bodenmaterial
Entgasungsschicht (optional)	Fassung und Ableitung von Gasen unter der Dichtungsschicht	kalkarmes Mineralkorngemisch abgestufter Körnung
Dichtungsschicht	Mineralische Dichtung (MD)	Ton, tonige Schluffe, gemischtkörnige Böden mit Zusatzstoffen (z.B. Trisoplast, wasserglasvergütete Dichtung)
	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)	PEHD-Folie
	Kombinationsabdichtung	PEHD-Folie mit GTB oder MD
	geosynthetische Tondichtungsbahnen (GTB)	Bentonitmatten
	Kapillarsperre	Feinsand, Grobsand-Kies
	Asphaltbetonabdichtung	bituminös gebundenes, kornabgestuftes Mineralgemisch
Entwässerungsschicht	Ableitung des versickerten Niederschlags- / Oberflächenwassers	mineralische Materialien, Geotextilien, Kombinationen
Durchwurzelungssperre	Schutz des Dichtungselementes	Kunststoffdichtungsbahn, Asphalt, (2-lagige) Rekultivierungsschicht
Rekultivierungsschicht	Witterungsschutz, Verminderung des Wasserzutritts, Wasserspeicherung, Wurzelraum	humushaltiger Oberboden + humusarmer Unterboden

Rekultivierungsschicht

Dem Einbau einer Rekultivierungsschicht kommt im Zuge der Sicherung von Altablagerungen eine besondere Bedeutung zu. Eine Rekultivierungsschicht ist für alle Oberflächenabdichtungssysteme mit Ausnahme der Asphaltbetonabdichtung aufzubringen.

Die Rekultivierung umfasst technische wie landschaftspflegerische Maßnahmen zur Oberflächengestaltung von Altablagerungen. Dabei kann sie mehrere Funktionen erfüllen:

- Optimierung des Wasserhaushaltes und Regulierung des Wasserzuflusses in die Entwässerungsschicht
- Witterungs- und Erosionsschutz für die unterliegenden Schichten (insbesondere der mineralischen Dichtungsschicht)
- Wurzelraum für Bepflanzung
- Schutz gegen Durchwurzelung der unterliegenden Schichten
- Ausgleich für Eingriffe in Natur und Landschaft, Eingliederung in das Landschaftsbild.

Die Rekultivierungsschicht wird vornehmlich aus lehmigen / schluffigen / tonigen Sanden oder sandigen Tonen / Lehmen hergestellt. Ihre Mächtigkeit richtet sich nach der geplanten Folgenutzung, der vorgesehenen Vegetationsart (Wurzeltiefe) und dem verfügbaren Bodenmaterial. In der TA Abfall / Siedlungsabfall wird eine Mindeststärke von 1,0 m angegeben. Die LAGA empfiehlt im Arbeitspapier „Rekultivierung“ des Abfalltechnik-Ausschusses (ATA) eine deutlich größere Mächtigkeit von 1,5-3,0 m, da die Rekultivierungsschicht als sogenannte Wasserhaushaltsschicht langfristig ein wesentliches Schutzelement bei nachlassender Wirkung der anderen Dichtungselemente darstellt.

Die Rekultivierungsschicht wird i.d.R. in mindestens zwei Lagen aufgebracht. Die obere Lage hat eine Mächtigkeit von ca. 30 cm und besteht aus humusreichem Oberboden. Die untere Lage (Unterboden) weist einen niedrigen Humusgehalt auf, die Mächtigkeit richtet sich nach der Gesamtstärke der Rekultivierungsschicht und beträgt > 70 cm. Der Schutz gegen Durchwurzelung kann durch eine stärkere Verdichtung der unteren 20-30 cm des Unterbodens oder durch das Einbringen einer separaten Wurzelsperre erfolgen.

Für den Einbau der durchwurzelbaren Bodenschichten sind die Vorgaben der BBodSchV § 12 zu berücksichtigen.

Die Begrünung von Altablagerungen ist unmittelbar nach dem Bodenauftrag vorzunehmen. Sie erfolgt in der Regel durch die Aussaat von (Regel-) Saatgutmischungen, das Auslegen von Grassoden (nur kleinräumig) und das Anpflanzen von Gehölzen, zumeist Sträuchern. Die Auswahl der Pflanzen richtet sich nach der angestrebten Sickerwasserminimierung (Transpirations- und Interzeptionsrate), der Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht, den klimatischen und topographischen Standortbedingungen und der zukünftigen Nutzung. Die Wurzeltiefe ist bei der Bemessung der Rekultivierungsschicht zu berücksichtigen. Hinweise zur Pflanzenauswahl können den Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 6/98: „Oberflächensicherung von Altablagerungen und Deponien“, Anhänge 5-10, des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie entnommen werden.

Weitergehende Hinweise zum Aufbau der Rekultivierungsschicht werden in den Kapiteln 31 und 32 gegeben.

Qualitätsmanagement

In einem Qualitätsmanagementplan für die Erstellung von Oberflächenabdichtungssystemen sind die Anforderungen an Materialien und Produkte sowie an die Bauausführung, an Art und Umfang der Eignungsprüfungen sowie an Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten bei der Qualitätsuntersuchung festzuschreiben. Bereits die Herstellung der eingesetzten Bauprodukte muss qualitätsüberwacht sein. Die in den GDA-Empfehlungen E 5-1 formulierten Grundsätze des Qualitätsmanagements sind zu beachten.

Die Qualitätssicherung bei der Ausführung erfolgt i. d. R.

- durch Eigenüberwachung des ausführenden Unternehmens,
- ggf. durch Fremdüberwachung durch einen unabhängigen Prüfgutachter / Prüfinstitut,
- durch die behördliche Überwachung.

Grundsätzlich ist vorab der Nachweis zu führen, dass mit dem ausgewählten Abdichtungssystem die vorgegebenen Sanierungsziele erreicht werden können. Darüber hinaus ist die Eignung der einzelnen Systemkomponenten nachzuweisen. Art und Umfang der Eignungsprüfungen sind neben der Festlegung im QM-Plan auch in den Sanierungsplan zu übernehmen.

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für die Kapitel 72.1 bis 72.7 zusammenfassend dargestellt.

Literatur

Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM): Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für die Abdichtung von Deponien und Altlasten, Hrsg. Labor IV.32, Deponietechnik, 2. Auflage, September 1999.

Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM): Anforderungen an Dichtungskontrollsysteme in Oberflächenabdichtungen von Deponien, Hrsg. Labor IV.32, Deponietechnik, November 2000.

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT): „EAAW 83/96 – Empfehlungen für die Ausführung von Asphaltarbeiten im Wasserbau“ Arbeitskreis 2.3, 1996.

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT): „EAG-GTD – Empfehlungen zur Anwendung von geosynthetischen Tondichtungsbahnen“, Arbeitskreis 5.1, 2002.

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT): Merkblatt „Deponieabdichtungen in Asphaltbauweisen“, Arbeitskreis 2.3, 1996.

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (Hrsg.): „GDA-Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten“, 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn Berlin, September 1997.

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Hinweise zum Aufbau und zur Dimensionierung der Rekultivierungsschicht über einer zweilagig verlegten Tondichtungsbahn, 1997.

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-68.12-7 vom 6.5.1998: Vergütetes Mineralgemisch Chemoton zur Verwendung in Abdichtungssystemen von Deponien nach TA Siedlungsabfall und TA Abfall.

Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) vom 14.05.1993, BAnz.-Anlage Nr. 99a.

Düllmann, H.: Vergleichbarkeit der Kombinationsabdichtung mit wasserglasvergüteten Dichtungssystemen mit und ohne aktive Rissicherung, Abschlussbericht über ein Fachgespräch am 07.09.1994, im Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, NRW, 1995.

Egloffstein, T.; Burkhardt, G.; Czurda, K. (Hrsg.): Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten 2000, Reihe: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 119, Erich Schmidt Verlag, 2001.

-
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus, 1994.
- Gartung, E.; Neff, H.K.: Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponiebauwerke“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Bautechnik 77 Heft 9, S. 615 ff., 2000.
- Görg, H.: Bau von Oberflächen- und Basisabdichtungen sowie vertikalen Abdichtungen, in altlasten spektrum 1/2000, S. 68-69.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Asphaltabdichtung, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Bentokiesabdichtung, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Einsatz von Bentonitmatten, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Kapillarsperren, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Kunststoffdichtungsbahn, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Wasserglasvergütete Abdichtungen, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Rekultivierung, Februar 2000.
- Landesumweltamt NRW: CD-ROM „Altlasten in NRW“ (Entwurf), Fachthema Sanierung Ebene 5, Stand Dezember 2003.
- Roder, U.; Arndt, M.: Deponieoberflächenabdeckungen (-dichtungen) als Betreibermodell, in Müll und Abfall 7/1999, S.-. 419-424.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 6/98 „Oberflächensicherung von Altablagerung und Deponien“, Stand 02/2000.
- Schick, P.: Bodenmechanische und bautechnische Eigenschaften von Bentokiesdichtungen – Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Bautechnik 1997, Heft 5.
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 24.07.2002, BGBl. I S. 2807; letzte Änderung am 26.11.2002, BGBl. I S. 4417.
- Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAbIV), vom 20.02.2001, BGBl. I S. 305; geändert am 24.07.2002, BGBl. I S. 2807.
- Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 BBodSchV), Arbeitshilfe der LABO in Zusammenarbeit mit LAB, LAGA und LAGA.
- Wattendorf, P.; Konold, W.: Untersuchungen zur Gestaltung von Rekultivierungsschichten und Wurzelsperren, veröffentlicht unter <http://www.bwplus.fzk.de>, 2001.
-

Wohnlich, S.; Balz, K.; Barth, C.: Einzelfallnachweis für alternative Oberflächenabdichtungen am Beispiel der Kapillarsperre, in Wasser & Boden 5/2000, S. 15-18.

Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall) vom 12.03.1991, BMBl. 139.

Information über Leistungsanbieter

Auf Initiative des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie wurde die 1989 Überwachungsgemeinschaft "Bauen für den Umweltschutz" e.V. gegründet. Ziel der Gründung war die Sicherstellung einer qualifizierten Ausführung für die Bereiche „Bau von Abfallentsorgungsanlagen“ und „Sicherung und Sanierung von Altlasten“.

In der Überwachungsgemeinschaft haben sich Fachfirmen zusammengeschlossen, die unterschiedliche Leistungsspektren anbieten. Über eine Suchmaske im Internetportal www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de kann nach den entsprechenden Fachfirmen recherchiert werden.

71.1 Mineralische Abdichtung

71.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Mineralische Dichtungsmaterialien werden hauptsächlich aus Tonen oder tonigen Schluffen sowie aus Gemischen mit oder ohne Zuschlagstoffe hergestellt. Bei geeigneter Verdichtung wird eine geringe Wasserdurchlässigkeit erreicht. Mineralische Oberflächenabdichtungssysteme ohne den Einbau zusätzlicher Dichtelemente sind im Deponiebereich ausschließlich für Deponien oder deponieähnliche Bauwerke der Deponieklassen 0 und I gemäß TA Siedlungsabfall / Deponieverordnung vorzusehen. Auf der Dichtungsschicht ist eine Niederschlagswasserdränage und eine Rekultivierungsschicht anzuordnen. Darüber hinaus stellt die mineralische Abdichtung eine Dichtungskomponente in Kombinationsabdichtungssystemen dar (s. Kap. 71.3).

Mineralische Abdichtungen sind relativ setzungsempfindlich und austrocknungsgefährdet. Es besteht mittel- und langfristig die Gefahr von Fehlstellenbildung infolge Durchwurzelung und Kleintierbefall, was auch bei einer Überdeckung von mehr als 1 m und einer flach-wurzelnden Bepflanzung nicht ausgeschlossen werden kann. Hier ist ggf. innerhalb der Rekultivierungsschicht eine Wurzelsperre durch stärker verdichtetes Material vorzusehen (s. Hinweise zur Rekultivierungsschicht in den Kapiteln 31 und 32).

Der Regelaufbau nach TA-Siedlungsabfall und Deponieverordnung sieht folgendermaßen aus (DK I):

Systemkomponente	Eigenschaften
Ausgleichsschicht	$d \geq 0,50 \text{ m}$
Mineralische Dichtungsschicht	$d \geq 0,50 \text{ m}$ (zweilagig à 0,25 m) $k \leq 5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ für Deponieklasse I
Entwässerungsschicht	$d \geq 0,30 \text{ m}$ $k \leq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
Rekultivierungsschicht	$d \geq 1,0 \text{ m}$
Bewuchs	erforderlich

Alternativ zu einer Mineralischen Dichtung aus feinkörnigem Bodenmaterial kommen vermehrt auch gemischtkörnige Böden zum Einsatz, die durch unterschiedliche Materialien (Bentonit, Wasserglas, Polymere) vergütet werden.

Als Bentokies werden Dichtungsmaterialien aus gemischtkörnigen Böden wie z. B. sandiger Kies bezeichnet, die mit Bentonit vergütet werden. Mit Bentokies können Durchlässigkeitsbeiwerte erreicht werden, die über den Anforderungen der Deponieverordnung liegen. Bentokies zeichnet sich durch besondere Schrumpfungsempfindlichkeit aus, wodurch die Gefahr von Trocknungsrisen deutlich verringert wird. Aufgrund seiner hohen Scherfestigkeit wird er bei sehr steilen Böschungen bevorzugt eingesetzt. Die Mindesteinbaudicke beträgt 30 cm, der Einbau erfolgt zweilagig.

Wasserglasvergütete Abdichtungen bestehen aus gemischtkörnigen Böden mit einem Zusatz aus technisch hergestellten Alkalisilikaten. Unter Zugabe von Wasser und speziellen reaktiven Stoffen kommt es zur Gelbildung. Zur Abdichtung mineralischer Materialien werden überwiegend Weichgele eingesetzt. Die Vorteile der wasserglasvergüteten Abdichtungen liegen in der sehr hohen Dichtigkeit und der Resistenz gegenüber nahezu allen organischen und anorganischen Verbindungen. Zur Verminderung von Rissbildungen kann im unteren Teil der Dichtungsschicht ein Geotextil als „Bewehrung“ eingelegt werden. Bestimmte Systeme ermöglichen auch den Einsatz von Abfällen zur Verwertung wie z. B. Gießereialsande, Aschen als Substitute für natürlich anstehende Kiese und Sande. Die Mindestschichtdicke liegt bei 50 cm.

Die LAGA empfiehlt die Anwendung von Bentokies und wasserglasvergüteten Abdichtungen als

- mineralische Dichtung in Oberflächenabdichtungssystemen der Deponieklasse I,
- mineralische Komponente in Oberflächenabdichtungssystemen der Deponieklasse II,
- mineralische Komponente in Oberflächenabdichtungssystemen bei Altdeponien.

Durch die mögliche Verwendung von örtlichen Baumaterialien (Sand, Kies) oder Abfällen zur Verwertung weisen die alternativen Dichtungsschichten neben der vergleichsweise guten Dichtwirkung auch ökonomische und ökologische Vorteile auf (z. B. geringe Transportentfernungen).

Anforderungen und Auswahlkriterien

Die Anforderungen an mineralische Oberflächenabdichtungssysteme können unterteilt werden in Anforderungen an den Untergrund, an das Schichtsystem, an die Kennwerte des mineralischen Dichtungsmaterials, an die anzuwendenden Prüfverfahren und an die Qualitätssicherung.

Anforderungen an den Untergrund werden in der LWA-Richtlinie Nr. 18 und den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 94), denen das Planum entsprechen sollte, beschrieben. Aufgrund der relativen Setzungsempfindlichkeit der mineralischen Dichtung sollten die Lastfälle aus der Bauphase und der späteren Nutzung berücksichtigt werden. Die Bebauung der mineralischen Dichtung sollte nur mit geringen Flächenlasten und Auflastunterschieden erfolgen, die Durchdringung mit Ver- und Entsorgungsleitungen sollte vermieden werden.

Für die Anforderungen an das Schichtsystem können die Empfehlungen des Arbeitskreises Geotechnik der Deponien und Altlasten herangezogen werden. Für die Materialkennwerte sind die TA Abfall und TA Siedlungsabfall und in Nordrhein-Westfalen die LWA-Richtlinie Nr. 18 (ohne Durchlässigkeitsbeiwert) zu berücksichtigen. Die Dichtigkeit der mineralischen Abdichtung wird bestimmt durch den Durchlässigkeitsbeiwert k , der Überstauhöhe, der Mächtigkeit der Abdichtung und den Verdichtungsgrad. Empfehlungen zur geotechnischen Eignungsprüfung werden in den Empfehlungen des Arbeitskreises Geotechnik der Deponien und Altlasten, der TA Abfall / Siedlungsabfall und der LWA-Richtlinie Nr. 18 gegeben. Ist der Krümmungsradius der Abdichtung kleiner als 200 m, so ist ein Verformungsnachweis notwendig, die Gleitsicherheit in den Gleitfugen muss eben-

falls nachgewiesen werden. Böschungen sind i.a. bis zu einer Neigung von 1:2,5 bei geringer Böschungslänge standsicher.

Die Herstellung der mineralischen Abdichtungsschicht erfolgt lagenweise, dabei ist auf einen fehlerfreien Verbund der einzelnen Lagen zu achten. Um den vorher festgelegten Verdichtungsgrad der Abdichtungsschicht zu erreichen, ist auf eine genaue Einhaltung des Wassergehaltes zu achten. Die aufgebrachte Schicht darf nicht den Witterungseinflüssen ausgesetzt werden, sondern muss ggf. durch Zwischenabdeckungen geschützt werden. Die Kontrolle über die ordnungsgemäße Fertigung der mineralischen Abdichtung erfolgt nach TA Abfall (Anhang E) und LWA-Richtlinie Nr. 18 durch Fremd- oder Eigenüberwachung.

Es ist sinnvoll, im Vorfeld Versuchsfelder einzurichten, so dass Aussagen über die erforderlichen Verdichtungsmethoden, Verdichtungsgeräte, Lagendicke und bodenphysikalischen Kennwerte gewonnen werden.

71.1.2 Kostenermittlung

71.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Mineralische Dichtungsschicht liefern und einbauen	m ²	
Schutzschicht aus Geotextil / mineralischem Material	m ²	
Dränageschicht		
aus mineralischem Material	m ³	
als Dränmatte	m ²	
Sammelleitungen liefern und verlegen	m	
Geotextil / Filtermatte / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
Rasenansaat	m ²	
Bepflanzung	m ²	Stck.

Die Kosten zur Erstellung einer Oberflächenabdichtung mit einer mineralischen Abdichtung werden neben der abzudichtenden Fläche im wesentlichen vom Dichtungsaufbau bestimmt. Sie liegen für die Deponieklasse I (50 cm Ausgleichsschicht aus homogenem, nicht bindigen Material, 50 cm mineralische Dichtung aus Ton o.ä., $k \leq 5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ bei $i = 30$, 30 cm Entwässerungsschicht, 100 cm Rekultivierungsschicht mit Rasenansaat) bei ca. 54,- €/m².

Die Kosten beziehen sich auf die Kompletterstellung der Oberflächenabdichtung, bestehend aus Planumsarbeiten, Einbau des Dichtungssystems, Dränage- und Rekultivierungsschicht einschließlich der evtl. erforderlichen Geotextilien und abschließend der Räumung des Baufeldes. Häufig ist die mineralische Abdichtung Teil eines komplexeren Abdichtungssystems, so vor allem im Rahmen einer Kombinationsabdichtung (LB 71-30-00). Sind die Abdichtungsarbeiten unter beengten Verhältnissen auszuführen, z.B. auf Sanierungsstandorten mit Wohnbebauung, muss ein Zuschlag von etwa 30 % auf die Kosten der Kernleistung angenommen werden. Erforderliche Änderungen im Dichtungsaufbau können durch Zuschläge auf den Basiskostenansatz berücksichtigt werden.

LEISTUNGSBEREICH 71-10-00	MINERALISCHE ABDICHTUNG
BASISKOSTEN ABDICHTUNG	
Aufbau der Dichtung	Kostenansatz K [€/m²]
entsprechend TA Siedlungsabfall für Deponieklasse I	54,00
	Zuschlag Baustelle Z [€]
	16.873,00
DICHTUNGS AUFBAU	
Änderung des Dichtungsaufbaus	Variable fDA
2-fache Dichtungsschicht	1,2
geringere Mächtigkeit der Vegetations- und Dichtungsschicht (z.B. 80 bzw. 30 cm)	0,75
keine Änderung	1,0
FOLGENUTZUNG	
geplante Nutzung des Standortes	Variable fN
Wohnbebauung, sonstige sensible Bebauung	1,3
Brachflächen, sonstige unsensible Nutzung	1,0
Kosten LB 71-10-00 = kontaminierte Fläche Ak [m²] x K [€/m²] x fDA x fN + Z [€] = _____ €	

71.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Entnahme von Bodenluft, Deponiegas
LB 54-00-00	Dränarbeiten, Entwässerungskanalarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 10 00 Mineralische Abdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
71 11 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen (z.B. Baubüros, Unterkünfte), die zur vertraglichen Durchführung der Bauleistung erforderlich sind. Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.			16.872,63 *	
71 12 00	Planumsarbeiten					
01	Ausgleichsschicht herstellen Schichtdicke: d = 0,10 m d = 0,50 m Gesamtfläche: < 1.000 m ² 1.001 - 10.000 m ² > 10.000 m ²	m ²			7,62 * x 0,2 * x 1,0 * x # x # x 1,0 *	
02	Ausgleichs- und Tragschicht liefern und einbauen	m ³	21,08	21,08	21,08	1
03	Feinplanum herstellen, verdichten (DPr = 95 %) Gesamtfläche: < 1.000 m ² 1.001 - 10.000 m ² > 10.000 m ²	m ²	0,55	0,55	0,55 x 1,6 * x 1,0 x 0,4 *	1
04	Grobplanum herstellen	m ²	0,44	0,44	0,44	1
05	Planum zur Herstellung der Tragschicht gefälle- und profilgerecht herstellen und verdichten	m ²	0,10	1,38	0,57	12
06	Stabilisierungsschicht liefern und einbauen	m ³	13,48	13,48	13,48	1
07	Bodenmaterial, Auffüllung etc. zum Wiedereinbau als mineralische Tragschicht aufnehmen und zum Einbaubereich transportieren. Material lagenweise einbauen und verdichten. Einbaustärke 0,20 m (verdichtet), Einbauwerte: Ev ₂ -Wert ≥ 45 MN/m ² , Ev ₂ /Ev ₁ ≤ 3, DPr ≥ 97 %, 6 - 8 Verdichtungsübergänge	m ²	0,69	3,20	1,52	13
08	Anschlusskeil herstellen	m ³	17,89	17,89	17,89	1
71 13 00	Dichtungssystem					
01	Mineralische Dichtung liefern und herstellen (Lagen à 0,25 m) Lagenstärke: d = 0,5 m d = 0,75 m d = 1,0 m Gesamtfläche: < 1.000 m ² > 10.000 m ²	m ²	47,61	47,61	47,61 x 1,0 * x 1,5 * x 2,0 * x # x 1,0 *	1
02	Na-Bentonit liefern und einbauen	t			143,16 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 10 00 Mineralische Abdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Schutzschicht liefern, verlegen	m ²			6,14 *	11
	1.) Aus Geotextil					
	Flächengewicht:					
	< 300 g/m ²				x 0,4 *	
	300 g/m ²				x 0,5 *	
	1000 g/m ²				x 0,6 *	
	1200 g/m ²				x 1,0 *	
	Gesamtfläche:	m ²				
	< 1.000 m ²				x 1,0 *	
	1.001 - 10.000 m ²				x #	
	> 10.000 m ²				x #	
	2.) Aus mineralischem Material				5,11 *	
	Schichtdicke, Material:					
	0,10 m, Sand / Splitt 0/8				x 0,3 *	
	0,35 m, Sand / Splitt 0/8				x 1,0 *	
	0,35 m Anf. Bodenaush				x 0,2 *	
	Gesamtfläche:	m ²				
	< 1.000 m ²				x #	
	1.001 - 10.000 m ²				x 1,0 *	
	> 10.000 m ²				x #	
	3.) Aus Kombination von 1.) und 2.); Schutzmatte				10,89 *	
	Gesamtfläche:	m ²				
	< 1.000 m ²				x #	
	1.001 - 10.000 m ²				x 1,0 *	
	> 10.000 m ²				x #	
04	Material zur Herstellung der Mineralischen Dichtungsschicht liefern; kf Wert < 1 x 10 ⁻⁹ m/s, Schadstoffgehalt Boden < Z 1.1 LAGA, mit dem Material ist eine ausreichende Tragfähigkeit zur Herstellung einer Asphalttragschicht sicherzustellen (Ev2-Wert ≥ 45 MN/m ² , Ev2/Ev1 ≤ 3)	m ²	5,63	26,91	19,41	11
05	Mineralisches Dichtungsmaterial aufnehmen und zum Einbaubereich transportieren, lagenweise einbauen und verdichten; Einbaustärke 2 x 0,25 m (verdichtet), Einbauwerte: Ev2-Wert ≥ 45 MN/m ² , Ev2/Ev1 ≤ 3, D _{Pr} ≥ 97 %, 6 - 8 Verdichtungsübergänge	m ²	0,96	17,77	3,94	32
	Böschung (Neigung bis 1:3)		1,31	10,39	x 1,1	
	Sohle		0,96	11,11	x 1,0	
	Eckbereiche der Böschung		1,08	17,77	x 1,5	
71 14 00	Dränageschicht					1
	01 Flächendränage aus mineralischem Material	m ³			56,75 *	
	Körnung, Schichtdicke:					
	2/16, d = variabel				x 0,45 *	
	16/32, d = variabel				x 1,0 *	
	0/32, d = variabel				x 1,15 *	
	Gesamtfläche:	m ²				
	< 1.000 m ²				x 1,3 *	
	1.001 - 10.000 m ²				x 0,8 *	
	> 10.000 m ²				x 0,75 *	
	02 Flächendränage als Dränmatte liefern und einbauen	m ²			8,79 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²				x 1,3 *	
	1.001 - 10.000 m ²				x 0,8 *	
03	Dränagematte liefern und verlegen	m ²	5,99	5,99	5,99	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 10 00 Mineralische Abdichtung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	04	Dränagevlies liefern und verlegen	m²	1,40	1,40	1,40	1
71	15	00 Geotextil (Filtermatte / Schutzvlies)					
	01	Filtermatte liefern und verlegen	m²			2,71 *	
		Material:					
		PP				x 1,0 *	
		PEHD				x 2,8 *	
		Flächengewicht:					
		200 g/m²				x 0,7 *	
		500 g/m²				x 0,8 *	
		1200 g/m²				x 1,0 *	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²				x 1,0 *	
		1.001 - 10.000 m²				x 0,75 *	
		> 10.000 m²				x 0,5 *	
	02	Geogitter liefern verlegen	m²	6,23	6,23	6,23	1
71	16	00 Rekultivierungsschicht					
	01	Oberboden profilgerecht einbauen, d = 1,0 m	m²	4,91	9,99	7,45	2
		Verfügbarkeit:					
		bauseits gelagert				x 0,35 *	
		Anlieferung		4,91	9,99	x 1,0	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²		#	#	x #	
		1.001 - 10.000 m²		4,91	9,99	x 1,0	
		> 10.000 m²				x 0,4 *	
	02	Begrünung für Oberfläche liefern und einbringen	m²			1,84 *	
		Art der Begrünung:					
		Rasenansaat				x 1,0 *	
		Zusätzlich Bepflanzung				x 1,75 *	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²				x 1,0 *	
		1.001 - 10.000 m²		#	#	x #	
		> 10.000 m²				x 0,3 *	
	03	Erosionsschutz- und Begrünungsmatte liefern	m	3,54	3,54	3,54	1
71	17	00 Sonstiges					
	01	Baugrube für Deponiegasfenster ausheben	Stck.	138,86	138,86	138,86	1
	02	Deponiegasfenster liefern und einbauen	Stck.	3.939,81	3.939,81	3.939,81	1
	03	Zulage für den Einbau der Entgasungsrohre	psch.	258,95	258,95	258,95	1
	04	Gasstutzen einbauen, gasdicht verschleißbar	Stck.	898,20	898,20	898,20	1
	05	Abfallumlagerung im Deponiebereich	m³	4,26	4,26	4,26	1
	06	Zulage für die Separierung von Deponiematerial	m³	4,26	4,26	4,26	1
	07	Abfälle aussortieren	m³	6,63	6,63	6,63	1
71	18	00 MD als Ersatz für ehemals vorhandene quartäre Lehmauflage (T = 5 m); inkl. Anbindung an die noch vorh. Lehmauflage					
	01	Planum der Aushubsohle verdichten, Verdichtungsgrad Dpr > 95%; Ev2 > 45 MN/m²; Ev2/Ev1 < 3; Bkl. 3 und 4; Gesamtfläche < 1000 m²	m²	0,44	4,80	1,51	5
	02	Tragschicht aus Naturschotter 0/45 liefern und verdichtet einbauen, < LAGA Z1.1, Ev2 > 60 MN/m²; Ev2/Ev1 < 2,5; Einbaudicke variiert je nach Sanierungstiefe	m³	22,38	33,76	27,65	5

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 10 00 Mineralische Abdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Klassifizierte, bindige, weitgestufte Böden (Ton, Lehm, TL, SU*,ST*; Durchlässigkeit $k_f < 5 \times 10^{-9}$ m/s, < LAGA Z1.1 liefern und lagenweise verdichtet einbauen, Mindestschichtdicke $d = 0,6$ m; Dpr = 95%; optim. Wassergehalt $w_{pr} < w(95\% \text{ nass})$)	m ³	23,58	50,80	38,15	5
04	Mehraufwand für den erhöhten Qualitätssicherungsaufwand während des ersten Probebaus zur Herstellung der mineralischen Dichtungsschicht	m ³	5,80	50,40	27,41	5
05	Angeschnittene gewachsene Lehmschicht nachverdichten (Verdichtungsgrad Dpr > 95%)	m ²	0,44	4,30	1,67	5
06	Lehmschlag herstellen zur Kappung des Sickerwasserstromes: Klassifizierte, bindige, weitgestufte Böden (Ton, Lehm, TL, SU*,ST*; Durchlässigkeit $k_f < 5 \times 10^{-9}$ m/s), < LAGA Z1.1 liefern und lagenweise verdichtet einbauen (Mindestschichtdicke $d = 0,4$ m; Dpr = 95%)	m ³	35,50	311,20	111,83	5
07	Trennflies (> 800 g/m ²) liefern und auf der mineralischen Dichtungsschicht überlappend einbauen	m ²	3,07	5,66	4,31	5
08	Dränleitung HDPE DN 250 als Teilsickerrohr liefern und in Dränageschicht im Gefälle verlegen	m	8,14	161,28	51,27	5
09	Sammelleitungen DN 250 HDPE liefern und im Gefälle (mind. 0,5%) verlegen	m	23,71	161,28	65,47	5
10	Filterkies, 16/32; $d = 0,3$ m liefern und einbauen, Durchlässigkeit $k_f < 1 \times 10^{-2}$ m/s	m ³	22,00	45,59	33,78	5
11	Trennflies (≥ 300 g/m ²) liefern und auf der Dränageschicht überlappend einbauen	m ²	1,46	4,36	2,27	5
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

71.2 Kunststoffdichtungsbahn

71.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die LAGA empfiehlt den Einsatz von KDB als alleiniges Dichtungselement zur temporären Abdeckung von Altdeponien und zur Oberflächenabdichtung bei Deponien der Klasse I sowie Deponien mit geringem Gefährdungspotential.

Die Herstellung eines Abdichtungssystems mit Kunststoffdichtungsbahnen umfasst die Erstellung einer Ausgleichsschicht (Planum), das Verlegen der KDB einschließlich darüber liegender Schutzschicht sowie die Erstellung der Dränage- und Rekultivierungsschicht.

Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) werden meist aus PEHD-Formmassen in einer Dicke von 1,5 – 3 mm hergestellt. Sie wirken als Wurzel- und Konvektionssperre (gas- und flüssigkeitsdicht). Kunststoffdichtungsbahnen zeichnen sich durch eine hohe Chemikalienbeständigkeit aus. Um ihre Stabilität gegen UV-Strahlung zu erhöhen, wird während der Fertigung der Kunststoffdichtungsbahn Ruß zugesetzt. KDB weisen eine sehr lange, jedoch keine dauerhafte Funktionsfähigkeit auf. Die Funktionsdauer wird mit ca. 100 Jahren angegeben. Schäden an Kunststoffdichtungsbahnen können durch spezielle Kontrollsysteme festgestellt werden, dann gelten KDB prinzipiell als kontrollier- und reparierbare Dichtungselemente.

In Böschungsbereichen werden KDB mit strukturierter Oberfläche eingebaut. KDB sind i.d.R. bis zu einer Böschungsneigung von 1:4 ohne weitere Maßnahmen standsicher, bei Neigungen über 1:4 sollte immer ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis geführt werden. Ab Neigungen über 1:3 kann die Standsicherheit z. B. durch Rückverankerung mittels zugfester Gitter gewährleistet werden.

KDB sind vergleichsweise setzungsunempfindlich, erst bei Überschreiten der Streckgrenze kommt es zum Riss. Zum Schutz gegen punktförmige Belastungen sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich, der Lastabtrag muss über die angrenzenden Schichten erfolgen. Die Anschlüsse der KDB an Leitungen, Schächte etc. sind Schwachstellen des Abdichtungssystems und sind mit besonderer Sorgfalt auszuführen.

Zum Schutz der KDB gegen Perforation können Schutzschichten in unterschiedlicher Ausführung aufgebracht werden. Zulassungen durch die BAM liegen für folgende Systeme vor:

- Schutzschicht aus geotextiler und mineralischer Schutzlage (Geotextil / Vlies mit zusätzlicher lastverteilende Schutzlage)
- Schutzschichtsystem aus in Geotextilien verpacktem Sand

Anforderungen und Auswahlkriterien

Kunststoffdichtungsbahnen zur Herstellung einer Oberflächenabdichtung von Altablagerungen müssen über eine Zulassung der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) verfügen. Derzeit sind KDB mit folgenden Eigenschaften zugelassen:

Material:	rußstabilisierte PEHD-Formmassen
Mindeststärke:	2,5 mm
Breite:	mind. 5 m
Oberfläche:	beidseitig glatt oder ein- / zweiseitig profiliert

Anforderungen an den Untergrund werden in den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTVE-StB 94), denen das Planum entsprechen sollte, beschrieben. Die Lastfälle aus der Bauphase und der späteren Nutzung sollten berücksichtigt werden. Die Bebauung der mineralischen Dichtung sollte nur mit geringen Flächenlasten und Auflastunterschieden erfolgen. Die Tragfähigkeit kann durch Geogitter erhöht werden.

Die „Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für die Abdichtung von Deponien und Altlasten“ der BAM regelt u. a. die Anforderungen an die mechanischen, physikalischen Eigenschaften von KDB, an die Eigen- und Fremdüberwachung sowie an die Vorgehensweise beim Einbau.

Weitere Anforderungen an die Kunststoffdichtungsbahn werden in den Empfehlungen des Arbeitskreises Geotechnik der Deponien und Altlasten (E2-4, E2-7, E2-9, E3-8, E3-12) und in der TA Abfall / TA Siedlungsabfall Anhang E formuliert. Außerdem kann zur Auswahl und Anwendung von Geotextilien das „Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus“ von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen berücksichtigt werden.

LEISTUNGSBEREICH 71-20-00	KUNSTSTOFFDICHTUNGSBAHNEN
BASISKOSTEN ABDICHTUNG	
Aufbau der Dichtung	Kostenansatz K [€/m²]
Gesamtaufbau entsprechend TA Abfall, jedoch ohne mineralisches Dichtelement	40,00
	Zuschlag Baustelle Z [€]
	207.445,00
DICHTUNGS AUFBAU	
Änderung des Dichtungsbaus	Variable fDA
geringere Mächtigkeit der Vegetationsschicht und HDPE-Dichtung (z.B. 80 cm bzw. 1,5 mm)	0,9
keine Änderung	1,0
NUTZUNG	
Nutzung des Standortes	Variable fN
Wohnbebauung, sonstige sensible Bebauung	1,3
Brachflächen, sonstige unsensible Nutzung	1,0
Kosten LB 71-20-00 = kontaminierte Fläche Ak [m²] x K [€/m²] x fDA x fN + Z [€] = _____ €	

71.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Entnahme von Bodenluft, Deponiegas
LB 54-00-00	Dränarbeiten, Entwässerungskanalarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 20 00 Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
71 21 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen (z.B. Baubüros, Unterkünfte), die zur vertraglichen Durchführung der Bauleistung erforderlich sind. Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes des benutzten Geländes	psch.	27.584,20	381.036,08	207.444,95	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 20 00 Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
71	22	00					
		01					
		Planumsarbeiten					
		Ausgleichsschicht herstellen	m²	0,82	7,41	3,14	19
		Schichtdicke:					
		d = 0,10 m				x 0,2 *	
		d = 0,20 - 0,50 m		0,82	6,58	x 1,0	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²		#	#	x #	
		1.001 - 10.000 m²		0,82	6,58	x 1,0	
		> 10.000 m²		#	#	x #	
		02 Trennvlies (PP weiß; 400 g/m²) liefern und überlappend verlegen inkl. aller Nebenarbeiten	m²	1,04	5,02	2,18	7
		03 Schutz- und Ausgleichsschicht aus Sand liefern, auf Trennvlies einbauen und durch Abwalzen glätten und verdichten inkl. aller Nebenarbeiten	m²	3,51	7,58	5,19	7
		Schichtdicke:					
		d = 0,15 m		3,51	7,58	x 1,0	
		d = 0,20 - 0,50 m		#	#	x #	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²		#	#	x #	
		1.001 - 10.000 m²		3,51	7,58	x 1,0	
		> 10.000 m²		#	#	x #	
		04 Ausgleichsschicht herstellen im Bereich von Durchdringungen / Einbauten / Randbereichen	m²	1,18	19,84	8,40	18
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²		#	#	x #	
		1.001 - 10.000 m²		1,18	19,84	x 1,0	
		> 10.000 m²		#	#	x #	
		05 Feinplanum herstellen, verdichten (DPr = 95 %)	m²	0,10	1,02	0,34	19
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²				x 1,6 *	
		1.001 - 10.000 m²		0,10	0,94	x 1,0	
		> 10.000 m²				x 0,4 *	
		06 Planum herstellen, verdichten (DPr = 95 %) im Bereich von Durchdringungen / Einbauten / Randbereichen unter Einsatz von Kleingeräten und Handverdichtung	m²	0,19	1,42	0,74	18
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²		#	#	x #	
		1.001 - 10.000 m²		0,19	1,42	x 1,0	
		> 10.000 m²		#	#	x #	
71	23	00					
		01					
		Dichtungssystem					
		KDB liefern (PELD)	m²	4,35	9,20	6,82	6
		Dicke der Bahn:					
		d = 1,5 mm				x 0,8 *	
		d = 2,0 mm				x 0,9 *	
		d = 2,5 mm		4,35	9,20	x 1,0	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²		4,35	9,20	x 1,0	
		1.001 - 10.000 m²		#	#	x #	
		> 10.000 m²		#	#	x #	
		02 KDB liefern und verlegen	m²	10,23	10,23	10,23	1
		Dicke der Bahn:					
		d = 1,5 mm				x 0,8 *	
		d = 2,0 mm				x 0,9 *	
		d = 2,5 mm				x 1,0 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 20 00 Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²		#	#	x #	
	1.001 - 10.000 m ²				x 1,0 *	
	> 10.000 m ²				x 0,95 *	
	KDB liefern (PEHD), verlegen und verschwei- ßen einschl. Dichtheitsprüfung	m ²	3,45	16,47	5,23	61
	Dicke der Bahn:					
	d = 1,5 mm		#	#	x #	
	d = 2,0 mm		#	#	x #	
	d = 2,5 mm		3,45	16,47	x 1,0	
	Gesamtfläche:					
04	< 1.000 m ²		3,45	16,47	x 1,0	
	1.001 - 10.000 m ²		#	#	x #	
	> 10.000 m ²		#	#	x #	
04	KDB durch Extrusionsschweißnaht dicht ver- schweißen	m	26,89	26,89	26,89	1
05	Schutzschicht liefern, verlegen					
	1. aus Geotextil	m ²	5,11	5,11	5,11	1
	Flächengewicht:					
	< 300 g/m ²				x 0,4 *	
	300 g/m ²				x 0,5 *	
	1000 g/m ²				x 0,6 *	
	1200 g/m ²				x 1,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²		#	#	x #	
	1.001 - 10.000 m ²		#	#	x #	
05	> 10.000 m ²		#	#	x #	
	2. aus mineralischem Material	m ²			5,10 *	
	Schichtdicke, Material:					
	0,10 m, Sand / Splitt 0/8				x 0,3 *	
	0,35 m, Sand / Splitt 0/8				x 1,0 *	
	0,35 m, Bodenaush.				x 0,2 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²				x #	
	1.001 - 10.000 m ²				x 1,0 *	
	> 10.000 m ²				x #	
05	3. aus Kombination von 1. und 2.; Schutzmat- te	m ²			10,90 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²				x #	
05	1.001 - 10.000 m ²				x 1,0 *	
	> 10.000 m ²				x #	
06	Anschluss der KDB an Entgasungskollektor gas- und wasserdicht ausführen, einschl. Schweißarbeiten und Dichtheitsprüfung	Stck.	43,13	457,33	211,83	18
07	Anschluss der KDB an Drainagegräben gas- und wasserdicht ausführen, einschl. Abdich- tungsarbeiten und Dichtheitsprüfung	Stck.	43,13	458,79	214,78	18
08	Spül- und Kontrollschacht aus PEHD (Schacht- unterteil mit Gerinne; begehbar mit Steigeisen; einschl. Konus und Schachabdeckung Kl. A15) liefern, auf Sauberkeitsschicht einbauen und an KDB anschließen	Stck.	4.455,16	6.193,07	4.865,95	7

71	20	00	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

- 708 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 20 00 Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
	Flächengewicht:					
	200 g/m²		1,28	3,58	x 1,0	
	500 g/m²		#	#	x #	
	1200 g/m²		#	#	x #	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²		1,28	3,58	x 1,0	
	1.001 - 10.000 m²		#	#	x #	
	> 10.000 m²		#	#	x #	
71 26 00	Rekultivierungsschicht					
01	Unterboden (Schichtdicke 45 cm; humusarmer, korngestuft, lehmiger Sand bis sandiger Lehm) liefern und auf der Schutz- und Dränage-schicht einbauen, inkl. Probenahme und Qualitätskontrolle	m³	2,59	18,41	10,66	7
02	Oberboden (Schichtdicke 30 cm; LAGA ZO; humoser, korngestuft, lehmiger Sand; Humusgehalt 5 Gew.%) liefern und auf der Unterboden einbauen, inkl. Probenahme und Qualitätskontrolle	m³	9,17	20,58	13,68	7
03	Oberboden profilgerecht einbauen, d = 1,0 m	m²	13,80	13,80	13,80	1
	Verfügbarkeit:					
	bauseits gelagert				x 0,35 *	
	Anlieferung				x 1,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x 1,0 *	
	1.001 - 10.000 m²		#	#	x #	
	> 10.000 m²				x 0,4 *	
04	Feinplanum der Rekultivierungsschicht herstellen, Gesamtfläche < 10.000 m²	m²	0,29	0,92	0,55	7
05	Begrünung für Oberfläche liefern und einbringen	m²	0,18	0,81	0,43	14
	Art der Begrünung:					
	Rasenansaat		0,18	0,81	x 1,0	
	zusätzliche Bepflanzung				x 1,75 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x 1,0 *	
	1.001 - 10.000 m²		#	#	x #	
	> 10.000 m²				x 0,3 *	
71 27 00	Versuchsfelder					
01	Anlegen eines Versuchsfeldes (Belastungsversuche und Probefelduntersuchungen durchführen) mit	Stck.	847,72	34.504,96	6.290,23	25
	- Ausgleichsschicht bis 20 cm					
	- KDB aus PEHD 2,5 mm					
	- Infiltratdränage als Dränmatte mit beidseitigem Filtervlies					
	- Decksstrat bis 50 cm Unterboden und 30 cm Oberboden mit Einsaat					
	Größe des Versuchsfeldes:					
	10 x 30 m		2.342,35	13.140,20	x 1,0	
	20 x 30 m		847,72	34.504,96	x 1,3	
02	Versuchsfeld 10 x 30 m entfernen	Stck.	606,38	1.789,52	1.192,36	7
03	Erstellen einer Dokumentation zum Versuchsfeld 10 x 30 m (in 5facher Ausfertigung)	Stck.	432,21	1.669,53	842,43	7
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

71.3 Kombinationsabdichtung

71.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Kombinierte Oberflächenabdichtungssysteme sind im Regelfall erforderlich für Deponien und deponieähnliche Bauwerke der Deponieklassen II und III gemäß TA Abfall / TA Siedlungsabfall / DepV. Dabei werden die Dichtungselemente der mineralischen Abdichtung (LB 71-10-00) mit der Kunststoffdichtungsbahn (LB 71-20-00) über einen Pressverbund miteinander kombiniert. Dabei soll die mineralische Dichtung die Fehler der KDB ausgleichen und über die Funktion der KDB hinaus die langfristige Abdichtung gewährleisten. Die KDB dient als Wurzel- und Konvektionssperre. Die Kontrollierbarkeit der KDB ist mittels Einbau eines Leckdetektionssystems möglich.

Nach Deponieverordnung werden für die Deponieklassen II und III folgende Anforderungen an Kombinationen von Systemkomponenten gestellt:

Systemkomponente	Eigenschaften
Ausgleichsschicht	$d \geq 0,50 \text{ m}$
Gasdränschicht	ggf. erforderlich
Mineralische Dichtungsschicht	$d \geq 0,50 \text{ m}$ (zweilagig à $0,25 \text{ m}$) $k \leq 5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ für Deponiekategorie II $k \leq 5 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ für Deponiekategorie III
Kunststoffdichtungsbahn	$d \geq 2,5 \text{ mm}$
Entwässerungsschicht	$d \geq 0,30 \text{ m}$ $k \leq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
Rekultivierungsschicht	$d \geq 1,0 \text{ m}$
Bewuchs	Erforderlich

Die Anforderungen an die Dichtungselemente Mineralische Dichtung und Kunststoffdichtungsbahn werden in den Kapiteln 71.1 und 71.2 formuliert. Die Herstellung sollte durch Eigen- und Fremdüberwachung kontrolliert werden. Die Anforderungen der TA Siedlungsabfall sind nicht direkt auf die Sicherung von Altlasten übertragbar. Das Dichtungssystem ist einzelfallspezifisch abzuleiten.

Der Einbau einer Kombinationsabdichtung erfordert einen genau abgestimmten Bauverfahrensablauf. Um einen optimalen Pressverbund zwischen der mineralischen Dichtungsschicht und der KDB zu erhalten, ist bei der Verlegung und Ballastierung der KDB das thermische Ausdehnungsverhalten zu berücksichtigen. Die Oberfläche der mineralischen Dichtungsschicht ist unmittelbar vor der Verlegung der KDB von der Bauleitung, der Verlegefirma und dem Fremdüberwacher freizugeben.

Eine Nachfolgenutzung ist bei Kombinationsabdichtungen nur bei sehr geringen Flächenlasten und geringen Auflastunterschieden möglich. Eine Bebauung ist i.d.R. nicht realisierbar, da aufgrund der erforderlichen Durchdringungen von Ver- und Entsorgungsleitungen die Dichtigkeit des Systems nicht gewährleistet werden kann.

Es kommen zunehmend auch alternative Abdichtungssysteme zur Anwendung, wie z. B. die Kombinationen KDB-Bentonitmatten und KDB-Kapillarsperre.

71.3.2 Kostenermittlung

71.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Mineralische Dichtungsschicht liefern und einbauen	m ²	
Geosynthetische Tondichtungsbahnen liefern und verlegen	m ²	
Kunststoffdichtungsbahn (KDB) liefern, einbauen und verschweißen	m ²	
KDB durch Extrusionsschweißnähte dicht verschweißen	m	
Anschluss der KDB an Gaskollektoren, Drainagegräben etc.	Stck.	
Schutzschicht aus Geotextil / mineralischem Material	m ²	
Dränageschicht		
aus mineralischem Material	m ³	
als Dränmatte	m ²	
Geotextil / Filtermatte / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
Rasensaat	m ²	
Bepflanzung	m ²	Stck.

Im Kostenansatz werden alle notwendigen Leistungen berücksichtigt. Dazu zählen das Herstellen der Ausgleichsschicht und ggf. einer Gasdränage, der Einbau der Mineralischen Dichtung, das Verlegen der Kunststoffdichtungsbahn einschließlich Schutzschicht, die Erstellung der Entwässerungsschicht (die Auslegung erfolgt gemäß berechnetem Sickerwasseranfall und hydraulischem Nachweis der Leistungsfähigkeit des Systems) und das Aufbringen der Rekultivierungsschicht.

Die Kosten für die Kernleistung der Kombinationsabdichtung liegen bei ca. 65,- €/m². Variationen ergeben sich u. a. durch die unterschiedlichen Anforderungen an das mineralische Dichtelement in Abhängigkeit von der Deponieklasse (Deponiekl. II: $k \leq 5 \cdot 10^{-10}$ m/s; Deponiekl. III: $k \leq 5 \cdot 10^{-9}$ m/s).

Erfolgen die Abdichtungsarbeiten unter eingeschränkten Arbeitsverhältnissen, wie z. B. auf Sanierungsstandorten mit Wohnbebauung und -nutzung, muss ein Zuschlag von etwa 30 % auf die Kosten der Kernleistungen angenommen werden. Erforderliche oder gewünschte Änderungen im Dichtungsaufbau, z. B. durch Einbau von Kunststoffdichtungsbahnen mit einer Dicke < 2,5 mm oder durch geringere Mächtigkeit der einzelnen Schichten, können durch Variation des Basiskostenansatzes berücksichtigt werden.

LEISTUNGSBEREICH 71-30-00	KOMBINATIONSABDICHTUNG
BASISKOSTEN ABDICHTUNG	
Aufbau der Dichtung	Kostenansatz K [€/m²]
entsprechend TA Abfall	65,00
	Zuschlag Baustelle Z [€]
	20.707,00
DICHTUNGSAUFBAU	
Änderung des Dichtungsaufbaus	Variable fDA
ohne mineralische Dichtungsschicht	0,8
geringere Mächtigkeit der Vegetationsschicht und HDPE-Dichtung (z.B. 80 cm bzw. 1,5 mm)	0,9
keine Änderung	1,0
NUTZUNG	
Nutzung des Standortes	Variable fN
Wohnbebauung, sonstige sensible Bebauung	1,3
Brachflächen, sonstige unsensible Nutzung	1,0
Kosten LB 71-30-00 = kontaminierte Fläche Ak [m²] x K [€/m²] x fDA x fN + Z [€] = _____ €	

71.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Entnahme von Bodenluft, Deponiegas
LB 54-00-00	Dränarbeiten, Entwässerungskanalarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 30 00 Kombinationsabdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
71 31 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen (z.B. Baubüros, Unterkünfte), die zur vertraglichen Durchführung der Bauleistung erforderlich sind. Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.			20.707,32 *	
71 32 00	Planumsarbeiten					
	Ausgleichsschicht herstellen	m²			7,41 *	
	Schichtdicke:					
	d = 0,10 m				x 0,2 *	
	d = 0,50 m				x 1,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x #	
	1.001 - 10.000 m²				x #	
	> 10.000 m²				x 1,0 *	
01	Feinplanum herstellen, verdichten (DPr = 95 %)	m²			1,02 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x 1,6 *	
	1.001 - 10.000 m²				x 1,0 *	
	> 10.000 m²				x 0,4 *	
71 33 00	Dichtungssystem					
01	MD liefern und herstellen (Lagen à 0,25 m)	m²			17,90 *	
	Lagenstärke:					
	d = 0,5 m				x 1,0 *	
	d = 0,75 m				x 1,5 *	
	d = 1,0 m				x 2,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²					
	1.001 - 10.000 m²				x 1,0 *	
	> 10.000 m²				x 0,95 *	
02	Bentonitmatte liefern und verlegen	m²			10,74 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x #	
	1.001 - 10.000 m²				x 1,0 *	
	> 10.000 m²				x #	
03	Na-Bentonit liefern und einbauen	t			143,16 *	
04	KDB liefern und verlegen	m²			12,78 *	
	Dicke der Bahn:					
	d = 1,5 mm				x 0,8 *	
	d = 2,0 mm				x 0,9 *	
	d = 2,5 mm				x 1,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x #	
	1.001 - 10.000 m²				x 1,0 *	
	> 10.000 m²				x 0,95 *	
05	KDB durch Extrusionsschweißnaht dicht verschweißen	m			26,89 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 30 00 Kombinationsabdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
06	Schutzschicht liefern, verlegen	m ²			6,14 *	
	1.) Aus Geotextil					
	Flächengewicht:					
	< 300 g/m ²				x 0,4 *	
	300 g/m ²				x 0,5 *	
	1000 g/m ²	m ²			x 0,6 *	
	1200 g/m ²				x 1,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²				x 1,0 *	
	1.001 - 10.000 m ²				x #	
	> 10.000 m ²				x #	
	2.) Aus mineralischem Material	m ²			5,11 *	
	Schichtdicke, Material:					
	0,10 m, Sand / Splitt 0/8				x 0,3 *	
	0,35 m, Sand / Splitt 0/8				x 1,0 *	
	0,35 m Anf. Bodenaush.				x 0,2 *	
	Gesamtfläche:	m ²				
	< 1.000 m ²				x #	
	1.001 - 10.000 m ²				x 1,0 *	
	> 10.000 m ²				x #	
	3.) Aus Kombination von 1.) und 2.); Schutz- matte	m ²			10,89 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²				x #	
	1.001 - 10.000 m ²				x 1,0 *	
	> 10.000 m ²				x #	
71 34 00 01	Dränageschicht	m ³				1
	Flächendränage aus mineralischem Material				56,75 *	
	Körnung, Schichtdicke:					
	2/16, d = variabel				x 0,45 *	
	16/32, d = variabel				x 1,0 *	
	0/32, d = variabel	m ²			x 1,15 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²				x 0,7 *	
	1.001 - 10.000 m ²				x #	
	> 10.000 m ²				x #	
	02 Flächendränage als Dränmatte liefern und einbauen	m ²	7,16	7,16	7,16	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²				x 1,3 *	
	1.001 - 10.000 m ²		7,16	7,16	x 1,0	
	> 10.000 m ²				x 0,75 *	
	03 Flächendränage aus Dränmatte (Wirrgelege) mit beidseitig aufgebrachtem Filtervlies / Schutzvlies	m ²	1,93	7,32	2,66	18
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m ²		#	#	x #	
	1.001 - 10.000 m ²		1,93	7,32	x 1,0	
	> 10.000 m ²		#	#	x #	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 30 00 Kombinationsabdichtung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
71	35	00					
		01					
		Geotextil (Filtermatte / Schutzvlies)					
		Filtermatte liefern und verlegen	m²			2,71 *	
		Material:					
		PP				x 1,0 *	
		PEHD				x 2,8 *	
		Flächengewicht:					
		200 g/m²				x 0,7 *	
		500 g/m²				x 0,8 *	
		1200 g/m²				x 1,0 *	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²				x 1,0 *	
		1.001 - 10.000 m²				x 0,75 *	
		> 10.000 m²				x 0,5 *	
71	36	00					
		01					
		Rekultivierungsschicht					
		Oberboden profilgerecht einbauen, d = 1,0 m	m²	4,91	9,99	7,45	2
		Verfügbarkeit:					
		bauseits gelagert				x 0,35 *	
		Anlieferung		4,91	9,99	x 1,0	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²		#	#	x #	
		1.001 - 10.000 m²		4,91	9,99	x 1,0	
		> 10.000 m²				x 0,4 *	
		02					
		Begrünung für Oberfläche liefern und einbringen	m²			1,84 *	
		Art der Begrünung:					
		Rasenansaat				x 1,0 *	
		Zusätzlich Bepflanzung				x 1,75 *	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²				x 1,0 *	
		1.001 - 10.000 m²				x #	
		> 10.000 m²				x 0,3 *	
		03					
		Erosionsschutz- und Begrünungsmatte liefern	m	3,54	3,54	3,54	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

71.4 Geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD)

71.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Geosynthetische Tondichtungsbahnen (GTD) bestehen aus eingestreuten und gepressten Lagen quellfähigen Bentonits innerhalb einer Vliesummantelung. Die Dichtwirkung erfolgt durch die Tonminerale, die bei entsprechender Wasserzufuhr quellen. In gequollenem Zustand erzielen Bentonitmatten bei geringer Aufstauhöhe eine Dichtwirkung, die einer 0,50 m dicken mineralischen Dichtungsschicht mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k = 5 \cdot 10^{-9}$ m/s entspricht. Um eine Verlagerung des Tonmehls innerhalb der Matte zu verhindern, werden die geotextilen Einfassungen vollflächig miteinander vernadelt oder punktuell miteinander vernäht.

Seit 1997/1998 wurden geosynthetische Tondichtungsbahnen mehrerer Hersteller für den Einsatz in einlagiger und zweilagiger Ausführung (je nach Produkttyp) für die Deponieklasse I durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) bauaufsichtlich zugelassen. Für andere Einsatzfelder müssen die entsprechenden Eignungsnachweise jeweils erbracht werden. Hier können die vorliegenden DIBt-Zulassungen als Grundlage zur Beurteilung neuer und verbesserter Systeme genutzt werden. Die LAGA empfiehlt den Einsatz von Bentonitmatten für Oberflächenabdichtungen von Deponien und Deponieabschnitten der Deponieklasse I, für Deponien mit geringem Gefährdungspotenzial in flachgeneigten Bereichen und als temporäre Abdeckung bei setzungsgefährdeten Altdeponien. Weitere Hinweise zur Anwendung von GTD werden in den „EAG-GTD - Empfehlungen zur Anwendung geosynthetischer Tondichtungsbahnen“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, Arbeitskreis 5.1 formuliert.

Die Vorteile der Bentonitmatten im Vergleich zu herkömmlichen mineralischen Dichtungsschichten liegen in der schnellen Verlegung, dem geringen Materialverbrauch und einem günstigen Verformungsverhalten (setzungsunempfindlich). Daher kommen sie bevorzugt bei stark setzungsgefährdeten Altablagerungen zum Einsatz. Der Einbau der Bentonitmatten erfolgt auf einem ebenen, trockenen Planum nach den Verlegeanleitungen des Herstellers. Die Matten sind nach der Verlegung und Abnahme sofort mit einem Witterungsschutz zu überdecken und zu belasten. Die Auflast ist erforderlich um den Quellvorgang zu begrenzen.

Durch Austrocknungsprozesse kann es bei Bentonitmatten zu Rissbildungen kommen. Daher kommt der Rekultivierungsschicht als Schutz vor Austrocknung und - bei entsprechender Ausführung - als Wurzelsperre eine besondere Bedeutung zu. Es wird empfohlen, die Rekultivierungsschicht mit einer deutlich größeren Mächtigkeit als der in der TA Abfall / TA Siedlungsabfall / DepV angegebenen Mindestdicke von 1,0 m einzubauen.

Eine Nachfolgenutzung ist bei Abdichtungssystemen mit Bentonitmatten nur bei sehr geringen Flächenlasten und geringen Auflastunterschieden möglich. Eine Bebauung ist i.d.R. nicht realisierbar, da aufgrund der erforderlichen Durchdringungen von Ver- und Entsorgungsleitungen die Dichtigkeit des Systems nicht gewährleistet werden kann.

71.4.2 Kostenermittlung

71.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Geosynthetische Tondichtungsbahnen liefern und verlegen	m ²	
Schutzschicht aus Geotextil / mineralischem Material	m ²	
Dränageschicht		
aus mineralischem Material	m ³	
als Dränmatte	m ²	
Geotextil / Filtermatte / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
Rasenansaat	m ²	
Bepflanzung	m ²	Stck.

Der Kostenansatz von ca. 50,- €/m² für das Kostenmodul ist der Komplettpreis für die Oberflächenabdichtung mittels einer Bentonitmatte. Im Modul werden neben den Kosten für Mobilisierung / Demobilisierung des Bau-feldes die Planungsarbeiten, die Erstellung der Dichtungs- und Dränageschicht und der Einbau der Rekultivierungsschicht berücksichtigt.

LEISTUNGSBEREICH 71-40-00	BENTONITMATTEN
BASISKOSTEN ABDICHTUNG	
Aufbau der Dichtung	Kostenansatz K [€/m ²]
entsprechend TA Abfall, jedoch ohne MD und KDB	50,00
	Zuschlag Baustelle Z [€]
	13.294,00
DICHTUNGSAUFBAU	
Änderung des Dichtungsbaus	Variable fDA
geringere Mächtigkeit der Vegetationsschicht (z.B. 80 cm)	0,9
keine Änderung	1,0
FOLGENUTZUNG	
geplante Nutzung des Standortes	Variable fN
Wohnbebauung, sonstige sensible Bebauung	1,3
Brachflächen, sonstige unsensible Nutzung	1,0
Kosten LB 71-40-00 = kontaminierte Fläche Ak [m ²] x K [€/m ²] x fDA x fN + Z [€] = _____ €	

71.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Entnahme von Bodenluft, Deponiegas
LB 54-00-00	Dränarbeiten, Entwässerungskanalarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 40 00 Bentonitmatten

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
71	41	00					
		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen (z.B. Baubüros, Unterkünfte), die zur vertraglichen Durchführung der Bauleistung erforderlich sind. Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.			13.293,89 *	
71	42	00					
		Planumsarbeiten					
	01	Ausgleichsschicht herstellen Schichtdicke: d = 0,10 m d = 0,50 m Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²			7,41 * x 0,2 * x 1,0 * x # x # x 1,0 *	
	02	Feinplanum herstellen, verdichten (DPr = 95 %) Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²			1,02 * x 1,6 * x 1,0 * x 0,4 *	
71	43	00					
		Dichtungssystem					
	01	Bentonitmatte liefern und verlegen Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² über 10.000 m²	m²			10,74 * x # x 1,0 * x #	

71	40	00	Bentonitmatten

- 719 / 830 -

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 40 00 Bentonitmatten

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
71	45	00					
		01					
		Geotextil (Filtermatte / Schutzvlies)					
		Filtermatte liefern und verlegen	m²			2,71 *	
		Material:					
		PP				x 1,0 *	
		PEHD				x 2,8 *	
		Flächengewicht:					
		200 g/m²				x 0,7 *	
		500 g/m²				x 0,8 *	
		1200 g/m²				x 1,0 *	
		Gesamtfläche:					
		0 - 1000 m²				x 1,0 *	
		> 10000 m²				x 0,5 *	
71	46	00					
		01					
		Rekultivierungsschicht					
		Oberboden profilgerecht einbauen, d = 1,0 m	m²	4,91	9,99	7,45	2
		Verfügbarkeit:					
		bauseits gelagert				x 0,35 *	
		Anlieferung		4,91	9,99	x 1,0	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²		#	#	x #	
		1.001 - 10.000 m²		4,91	9,99	x 1,0	
		> 10.000 m²				x 0,4 *	
		02					
		Begrünung für Oberfläche liefern und einbringen	m²			1,84 *	
		Art der Begrünung:					
		Rasenansaat				x 1,0 *	
		Zusätzlich Bepflanzung				x 1,75 *	
		Gesamtfläche:					
		< 1.000 m²				x 1,0 *	
		1.001 - 10.000 m²				x #	
		> 10.000 m²				x 0,3 *	
		03					
		Erosionsschutz- und Begrünungsmatte liefern	m	3,54	3,54	3,54	1
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

71.5 Kapillarsperre

71.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Eine Kapillarsperre besteht aus einer feinkörnigen Sandschicht (Kapillarschicht, ca. 0,40 m) über einer deutlich gröberkörnigen Schicht (Kapillarschicht, ca. 0,25-0,30 m). Die Dichtwirkung wird durch die ausgeprägten Unterschiede der hydraulischen Eigenschaften dieser Schichten bewirkt. Die Sandsieblinien sollten möglichst steil sein und die Körner keine Eigenporosität besitzen. Das Material muss mechanisch beanspruchbar und verwitterungsbeständig sein. Der Feinsand sollte eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit besitzen ($k \leq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s). Das Sickerwasser wird überwiegend in der Feinsandschicht fixiert und nahezu vollständig lateral abgeführt. Nur sehr geringe Mengen ($< 1 \%$) treten in den Kapillarschicht ein. Gegen Deponiegas stellt die Kapillarsperre keine Barriere dar.

Um die Funktionsfähigkeit zu gewährleisten, ist der Einbau der Kapillarsperre mit einer Hangneigung von 1:2,5 bis 1:7 vorzunehmen.

Die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht wie auch die Auswahl der Bepflanzung ist für die Funktionsfähigkeit von Kapillarsperren von besonderer Bedeutung. Eine optimierte Rekultivierungsschicht kann als Wasserhaushaltsschicht zu einer Minimierung und Vergleichmäßigung des Sickerwasserzutritts in die Kapillarschicht führen und damit hydraulische Durchbrüche verhindern. Sie dient darüber hinaus als Wurzelsperre. Es wird eine Mindestmächtigkeit von 1,5 m empfohlen.

Die Kapillarsperre stellt kein Regelabdichtungssystem nach TA Abfall / TA Siedlungsabfall / Deponieverordnung dar. Die grundlegende Anforderung der TA Siedlungsabfall an Oberflächenabdichtungen, die Sickerwasserbildung zu minimieren, wird von Kapillarsperren erfüllt. Die Prüfkriterien für Dichtungselemente wie z. B. Durchlässigkeitsbeiwerte finden auf Kapillarsperren systembedingt jedoch keine Anwendung. Daher ist die Eignung anhand einer Einzelfallbeurteilung auf der Grundlage einer hydraulischen Bemessung mit Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten (Neigung, Hanglänge, Materialzusammensetzung, Niederschlag, Rekultivierungsschicht etc.) nachzuweisen.

Die Vorteile der Kapillarsperre liegen in dem geringen bautechnischen Aufwand im Vergleich zu Regelabdichtungssystemen nach TASI, der Unempfindlichkeit gegenüber Austrocknung, der Standsicherheit in steilen Böschungsbereichen und der einfachen Qualitätssicherung. Allerdings ist auf einen sorgfältigen Einbau zu achten.

Die LAGA empfiehlt den Einbau von Kapillarsperren

- als Oberflächenabdichtung bei Deponien mit geringem Gefährdungspotenzial und abgeklungener Gasproduktion (Ersatz für mineralische Dichtung und Entwässerungsschicht),
- als Oberflächenabdichtung bei Deponien der Klasse I (Ersatz für mineralische Dichtung und Entwässerungsschicht),
- als mineralische Komponente der Regelabdichtung in Deponien der Klasse II und bei Altdeponien.

71.5.2 Kostenermittlung

71.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Kapillarkblock liefern und einbauen	m ²	
Kapillarschicht liefern und einbauen	m ²	
Geotextil / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
	Rasenansaat	m ²
	Bepflanzung	m ² Stck.

Die Leistung zur Erstellung einer Kapillarsperre (Feinsand als Kapillarschicht, Grobsand als Kapillarkblock) beinhaltet die Herrichtung des Baufeldes mit Freilegung der Fläche, die Verfestigung des Untergrundes und die Erstellung eines Planums. Des weiteren umfasst die Leistung die Lieferung aller benötigten Baustoffe sowie die Bereitstellung und das Vorhalten der Gerätschaften. Alle Kosten des Moduls beziehen sich auf die Komplettstellung der Oberflächenabdichtung, bestehend aus Planumsarbeiten, Dichtungssystem und Rekultivierungsschicht einschließlich der evtl. einzubauenden Geotextilien. Anschließend ist das Baufeld zu räumen. Leistungen im Rahmen von Kombinationsabdichtungen (Kapillarsperre – KDB) sind im Zusammenhang mit dem Leistungsbereich LB 71-30-00 zu kalkulieren.

LEISTUNGSBEREICH 71-50-00 *	KAPILLARSPERRE*
BASISKOSTEN ABDICHTUNG	
Aufbau der Dichtung	Kostenansatz K [€/m ²]
einfache Kapillarsperre	77,00
	Zuschlag Baustelle Z [€/m ²]
	13.294,00
DICHTUNGSAUFBAU	
Änderung des Dichtungsaufbaus	Variable fDA
Doppelte Kapillarsperre	1,3
Erweiterte Kapillarsperre	1,4
keine Änderung	1,0
FOLGENUTZUNG	
geplante Nutzung des Standortes	Variable fN
Wohnbebauung, sonstige sensible Bebauung	1,3
Brachflächen, sonstige unsensible Nutzung	1,0
Kosten LB 71-50-00 = kontaminierte Fläche Ak [m ²] x K [€/m ²] x fDA x fN + Z [€] = _____ €	

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

71.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 32-00-00	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Entnahme von Bodenluft, Deponiegas
LB 54-00-00	Dränarbeiten, Entwässerungskanalarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 50 00 Kapillarsperren

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
71	51	00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
		01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen (z.B. Baubüros, Unterkünfte), die zur vertraglichen Durchführung der Bauleistung erforderlich sind. Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.			13..293,59 *	
71	52	00	Planumsarbeiten					
		01	Ausgleichsschicht herstellen Schichtdicke: d = 0,10 m d = 0,50 m Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²			7,41 * x 0,2 * x 1,0 * x # x # x 1,0 *	
		02	Feinplanum herstellen, verdichten (DPr = 95 %) Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²			1,02 * x 1,6 * x 1,0 * x 0,4 *	
71	53	00	Dichtungssystem					
		01	Kapillarsperrensystem Kapillarblock liefern und einbauen Material / Schichtdicke: Kies/Schotter d = 0,20 m Basaltsplitt , d = 0,30 m	m²			11,86 * x 1,0 * x 1,5 *	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 50 00 Kapillarsperren

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
02	Gesamtfläche:	m²				
	< 1.000 m²				x 1,0 *	
	1.001 - 10.000 m²				x #	
	> 10.000 m²				x #	
	Kapillarschicht liefern und einbauen				11,76 *	
	Material / Schichtdicke:					
03	Feinsand, d = 0,20 m	m²			x 1,0 *	
	Feinsand, d = 0,40 m				x 2,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x 1,0 *	
	1.001 - 10.000 m²				x #	
	> 10.000 m²				x #	
	MD liefern und herstellen (Lagen à 0,25 m)				17,90 *	
	Lagenstärke:					
	d = 0,5 m				x 1,0 *	
	d = 0,75 m				x 1,5 *	
	d = 1,0 m				x 2,0 *	
	Gesamtfläche:					
04	< 1.000 m²	m²			x #	
	1.001 - 10.000 m²				x 1,0 *	
	> 10.000 m²				x 0,95 *	
	Bentonitmatte liefern und verlegen				10,74 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x #	
05	1.001 - 10.000 m²	t			x 1,0 *	
	> 10.000 m²				x #	
	Na-Bentonit liefern und einbauen				143,16 *	
	KDB liefern und verlegen				12,78 *	
	Dicke der Bahn:					
	d = 1,5 mm				x 0,8 *	
06	d = 2,0 mm	m²			x 0,9 *	
	d = 2,5 mm				x 1,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x #	
	1.001 - 10.000 m²				x 1,0 *	
	> 10.000 m²				x 0,95 *	
07	KDB durch Extrusionsschweißnaht dicht verschweißen	m²			26,89 *	
08	Schutzschicht liefern, verlegen	m²				
	1.) Aus Geotextil				6,14 *	
	Flächengewicht:					
	< 300 g/m²				x 0,4 *	
	300 g/m²				x 0,5 *	
	1000 g/m²				x 0,6 *	
	1200 g/m²				x 1,0 *	
	Gesamtfläche:					
	< 1.000 m²				x 1,0 *	
	1.001 - 10.000 m²				x #	
	> 10.000 m²				x #	
	2.) Aus mineralischem Material				5,11 *	
	Schichtdicke, Material:	m²				
	0,10 m, Sand / Splitt 0/8				x 0,3 *	
	0,35 m, Sand / Splitt 0/8				x 1,0 *	
	0,35 m Anf. Bodenaush.				x 0,2 *	

71 50 00 Kapillarsperren

keine Kostendaten vorhanden
* Daten aus LB 1997 / 1998

71.6 Asphaltbetonabdichtung

71.6.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bauweisen mit Asphaltbeton werden im Straßenbau sowie im Erd- und Wasserbau standardmäßig eingesetzt. Im Deponiebau gibt es seit 1996 eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) für Asphaltbeton in Basisabdichtungen. Für den Einsatz von Asphaltbeton in Oberflächenabdichtungen sind objektbezogene Eignungsnachweise zu erbringen. Das DVWK-Merkblatt „Deponieabdichtungen in Asphaltbauweise“ (DVWK 237) gibt Empfehlungen für Deponie-Basisabdichtungen in Asphaltbauweise. Die darin und in der DIBt-Zulassung enthaltenen Ausführungen können orientierend auch für die Planung von Oberflächenabdichtungen herangezogen werden.

Asphaltbeton wird aus einem Gemisch aus Splitt oder Kiesen verschiedener Körnung, Sanden, Füllern und Bitumen hergestellt. Die genaue Zusammensetzung kann entsprechend den örtlichen Gegebenheiten und objekt-spezifischen Anforderungen angepasst werden.

Dichtungselemente aus Deponieasphalt weisen folgende günstige Eigenschaften auf:

- hohe Gas- und Wasserdichtigkeit,
- hohe mechanische Belastbarkeit und gute Verformbarkeit,
- Unempfindlichkeit gegen Austrocknung, witterungs- und erosionsfest
- Wurzelfestigkeit,
- hohe Standsicherheit (Neigungen bis maximal 1:2 möglich).

Um die erforderliche Verdichtung der Asphaltabdichtungsschicht zu erreichen, ist ein ausreichend tragfähiges Planum erforderlich. Lastfälle aus der Bauphase und geplanten Nutzung sollten berücksichtigt werden. In der Regel wird eine ca. 0,50 m mächtige mineralische Tragschicht mit einem $E_v \geq 45 \text{ MN/m}^2$ eingebaut. Darauf wird die Asphaltabdichtung aufgebracht, bestehend aus einer 8 cm starken Deponie-Asphalttragschicht (DAT) mit einem Hohlraumgehalt $\leq 5 \text{ Vol.-%}$ und einer ca. 6 cm starken Deponie-Asphaltabdichtungsschicht (DAD) mit einem Hohlraumgehalt von $\leq 3 \text{ Vol.-%}$.

Bei einer geplanten Folgenutzung z. B. als Park-, Lager- oder Gewerbeflächen ist das Aufbringen einer zusätzlichen Asphaltsschicht als Verschleißschicht sinnvoll. Eine Überdeckung der Asphaltbetonabdichtung mit einer Rekultivierungsschicht ist ebenfalls möglich.

Die LAGA empfiehlt den Einbau von Asphaltbetonabdichtungen

- als Ersatz der mineralischen Dichtung in Abdichtungssystemen der Deponieklasse I,
- als Ersatz der Kunststoffdichtungsbahn in Oberflächenabdichtungssystemen der Deponieklasse II und von Altdeponien in Verbindung mit einer stärker reduzierten mineralischen Dichtungsschicht, ggf. unter Verzicht der mineralischen Dichtungsschicht.

Sofern das Sanierungskonzept die gleichzeitige Verwendung einer Asphaltbetonabdichtung als Oberbau für Verkehrsflächen vorsieht, ergeben sich in Abhängigkeit von der geplanten Nutzungsart Änderungen im Dichtungsaufbau und -preis. Gemäß den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 01) werden in Abhängigkeit von Straßenart oder Funktion folgende Bauklassen unterschieden:

Straßenart oder Funktion (Auszug)	Bauklasse
Straßenflächen	
Hauptverkehrs-, Industriestraße	II, III
Wohnsammelstraße, Fußgängerzone mit Ladeverkehr	III, IV
Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg, Fußgängerzone	V, VI
Parkflächen (ständig genutzt)	
Schwerverkehr	IV / V
Pkw-Verkehr mit geringem Schwerverkehranteil	V / VI
Pkw-Verkehr	VI

71.6.2 Kostenermittlung

71.6.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Asphaltdeckschicht liefern und einbauen	m ²	t
Asphaltbinderschicht liefern und einbauen	m ²	t
Asphalttragschicht, -tragdeckschicht liefern und einbauen	m ²	t
Bindemittel aufsprühen	m ²	
Dränageschicht		
aus mineralischem Material	m ³	
als Dränmatte	m ²	
Geotextil / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
Rasenansaat	m ²	
Bepflanzung	m ²	Stck.

Dem Leistungsbereich liegen mit unterschiedlichem Aufwand hergestellte Systeme zugrunde. Die einfachste Variante besteht aus bituminöser Tragschicht ohne Frostschutzschicht auf verfestigtem Planum mit bituminöser Decke. Der Komplettpreis beinhaltet die Kosten für die Freimachung des Baufeldes, die Verfestigung des Untergrundes, Planumsarbeiten und die Erstellung der Dichtungs- und Dränageschicht einschl. der evtl. einzubauenden geotextilen Schutzlagen.

LEISTUNGSBEREICH 71-60-00		ASPHALTBETONABDICHTUNG	
BASISKOSTEN ABDICHTUNG			
Aufbau der Dichtung	Teilkosten [€/m²]		Kostenansatz K [€/m²]
	von - bis	Ø	
Asphaltbinder, 0/22, d = 4,0 cm	3,2 – 4,2	3,70	40,00
bitum. Tragschicht, 0/32, d = 16,0 cm	15,3 – 24,2	19,00	
			Zuschlag Baustelle Z [€]
			8.400,00
DICHTUNGS AUFBAU			
Änderung des Dichtungsbaus			Variable f _{DA}
keine Änderung			1,0
Asphaltbinder, 0/22, d = 16,0 cm, sonst wie oben			1,9
Standardbauweise, bit. Tragschicht auf Planum			
Bauklasse IV ¹⁾			2,2
Bauklasse V ¹⁾			2,1
Bauklasse VI ¹⁾			1,8
VORBEREITUNG DER FLÄCHE			
Bodenklasse			Zuschlag für Bodenverdichtung und Räumen von Bauhindernissen RB [€/m²]
1, 2, 3			0,00
4, 6			3,00
5, 7			8,00
Kosten = kontaminierte Fläche A _k [m²] x Kostenansatz K [€/m²] x f _{DA} + A _k [m²] x RB [€/m²] + Z [€] = _____ €			

¹⁾ Definition der Bauklassen

Bauklasse IV:	Asphalttragschicht, d = 14 cm Asphaltdeckschicht, d = 4 cm
Bauklasse V:	Asphalttragschicht, d = 10 cm Asphaltdeckschicht, d = 4 cm
Bauklasse VI:	Tragdeckschicht, d = 10 cm

71.6.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung
LB 24-00-00	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 50-00-00	Entnahme von Bodenluft, Deponiegas
LB 54-00-00	Dränarbeiten, Entwässerungskanalarbeiten

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 60 00 Asphaltbetonabdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
71 61 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Betriebsfertiges Errichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und festen Anlagen (z.B. Baubüros, Unterkünfte), die zur vertraglichen Durchführung der Bauleistung erforderlich sind. Räumung der Baustelle und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes	psch.	2.045,17	23.356,43	8.330,03	10
02	Spezielle Baustelleneinrichtung länger vorhalten und betreiben	d	45,01	2.470,31	507,92	7
71 62 00	Planumsarbeiten					
01	Ausgleichsschicht herstellen Schichtdicke: d = 0,10 m d = 0,50 m Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²			7,41 * x 0,2 * x 1,0 * x # x # x 1,0 *	
02	Feinplanum herstellen, verdichten Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²	0,31 0,31	1,47 1,47	1,01 x 1,0 x 0,6 * x 0,25 *	17
71 63 00	Frostschuttschicht					
01	Frostschuttschicht Splitt 0/16 als Schottertragsschicht liefern, einbauen und verdichten auf 45 MN/m², d > 38 cm	m³	18,41	23,94	21,10	3
02	Frostschutzmaßnahme, bei auftretendem Frost sind die aufgebrochenen Flächen mit einer Frostschuttschicht aufzufüllen und zu verdichten; bei günstigen Witterungsverhältnissen ist das Material wieder zu entfernen; d = 0,60 m	m²	15,91	23,01	18,60	3
71 64 00	Dichtungssystem					
01	Asphaltbetondeckschicht liefern und einbauen (0/5) Schichtdicke: d = 4 cm Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²			10,23 * x 1,0 * x # x 1,0 * x #	
02	Asphaltbetondeckschicht liefern und einbauen (0/8) Schichtdicke: d = 3,5 cm d = 4,0 cm Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² über 10.000 m²	m²	9,40 9,40 # 9,40 #	14,98 14,98 # 14,98 #	12,32 x 0,8 * x 1,0 x # x 1,0 x #	14

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 60 00 Asphaltbetonabdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Asphaltbetondeckschicht liefern und einbauen (0/11) Schichtdicke: d = 3,5 cm d = 4,0 cm Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²	3,73 3,73	15,53 15,53	8,21 x 0,6 * x 1,0 x 1,7 x 1,0 x #	11
04	Asphaltbinder liefern und einbauen Schichtdicke / Körnung: d = 4 cm, 0/16 d = 4 cm, 0/22 d = 5 cm, 0/16 d = 6 cm, 0/16 Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²	3,27 # 3,27 6,86 12,94	14,07 # 4,15 14,07 13,80	11,32 x # x 0,35 x 1,0 x 1,1 x # x 1,0 x #	19
05	Asphaltbinder 0/16 liefern und einbauen, Schichtdicke variabel	t			99,01 *	
06	Asphalttragschicht nach ZTVT liefern frei Baustelle und in 2 Lagen einbauen (heiß an heiß) gem. Planungsunterlage und QS-Plan, Mischgutart CS, d > 16 cm, Tragfähigkeit EV2 > 120 MN/m²	m²	10,02	12,05	10,94	3
07	Asphalttragschicht liefern und einbauen, aus gebrochenem Material Material: 0/11 S 0/22 0/32 Schichtdicke: d = 9 cm d = 10 cm d = 14 cm d = 16 cm d = 22 cm Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²	8,02 8,02 9,73 15,28 9,73 # # 15,28 #	24,15 16,18 14,56 24,15 14,56 # # 24,15 #	12,72 x 0,9 x 1,0 x 1,5 x 1,0 x # x # x 1,5 x #	34
08	Asphalttragschicht liefern und einbauen, aus gebrochenem Material (Schichtdicke d variabel)	t			68,00 *	
09	Asphalttragschicht liefern und einbauen, aus Rundkorn (Bitukies), 0/32 Schichtdicke: d = 10 cm d = 18 cm d = 22 cm Gesamtfläche: < 1.000 m² 1.001 - 10.000 m² > 10.000 m²	m²	17,14 17,14	17,54 17,54	17,34 x 1,0 x 1,7 * x 2,3 * x 1,0 * x # x #	2

LB-AF Nr. Leistungsbereich
71 60 00 Asphaltbetonabdichtung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
71	60	00					
71	65	00					
71	66	00					
71	66	01					

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 60 00 Asphaltbetonabdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
71 67 00	Sicherungsbauwerk Asphalt dichtungs bau					
	Asphaltdichtung Basis / Böschung:					
01	DAT Deponieasphalttragschicht, (einlagig, Körnung 0 / 11 mm, Bindemittelgehalt 6,5 Gew. %, Hohlraumgehalt: < 5,0 Vol. %, d = 8 cm), profilgerecht mit einem Fertiger einbauen und fachgerecht verdichten, Bahnränder der Einbaubahnen auf ca. 70° abschrägen.	m²	8,29	20,44	9,98	33
	Basisfläche		8,29	14,63	x 1,0	
	Böschungsfäche mit der Neigung 1:3		9,10	17,10	x 1,1	
	Eckbereiche, ausgerundet		11,46	20,44	x 1,5	
02	Zulage DAT	m²	0,19	3,72	1,00	22
	Übergangsbereich Basis / Böschung		0,19	3,72	x 1,0	
	Böschungsoberkante		0,19	2,32	x 0,7	
	(Übergang Dichtung - Drainage)					
03	DAD Deponieasphaltdichtungsschicht, (2 Lagen je 6,0 cm, Körnung 0 / 11 mm, Binde- mittelgehalt 7,5 Gew. %, Hohlraumgehalt < 3,0 Vol. %) profilgerecht einbauen und verdichten. Bahnränder auf ca. 70° abschrägen	m²	14,75	31,31	17,81	33
	Basisfläche		14,75	27,19	x 1,0	
	Böschungsfäche mit der Neigung 1:3		14,95	29,42	x 1,1	
	Eckbereiche, ausgerundet		21,53	31,31	x 1,4	
04	Zulage DAD	m²	0,19	4,03	1,08	22
	Übergangsbereich Basis / Böschung		0,19	4,03	x 1,0	
	Böschungsoberkante		0,19	1,90	x 0,65	
	(Übergang Dichtung - Drainage)					
	Asphaltdichtung Oberfläche:					
05	DAT einlagig, Körnung 0/11 mm, Bindemittel- gehalt 6,5 Gew. %, Hohlraumgehalt: < 5,0 Vol. %, d = 8 cm, DAT profilgerecht mit Fertiger einbauen und fachgerecht verdichten, Bahnränder der Ein- baubahnen auf ca. 70° abschrägen.	m²	7,47	14,63	9,38	11
06	DAD einlagig, Körnung 0/11 mm, Bindemittel- gehalt 7,5 Gew. %, Hohlraumgehalt < 3,0 Vol. %, d = 6 cm, DAD profilgerecht einbauen und verdichten, Bahnränder auf ca. 70° abschrägen	m²	7,00	13,60	8,67	11
07	Zulage DAD	m²	1,23	6,63	2,92	11
	Böschungsoberkante		1,23	6,63	x 1,0	
08	Gussasphaltkeil herstellen zur Anbindung der Oberflächenabdichtung an die Böschungsdich- tung, inkl. Säubern und Erwärmen der DAT und DAD, Aufbringen von Haftkleber etc.	m	16,39	171,75	111,07	11
71 68 00	Vermessung					
01	Tachymetrieaufnahme					
	Planum	m²	0,06	0,55	0,21	22
	Dichtungsschicht	m²	0,07	1,30	0,33	15
	Asphalttragschicht	m²	0,06	0,25	0,12	8
	Asphaltdichtungsschicht	m²	0,06	0,55	0,21	15
	Entwässerungsschicht	m²	0,06	0,35	0,13	8
	Dränagematte	m²	0,06	0,19	0,11	8
	Abdeckung	m²	0,06	0,24	0,14	8
	Rastergröße:					
	5 x 5 m		#	#	#	0
	10 x 10 m		#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich

71 60 00 Asphaltbetonabdichtung

OZ			Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
71	69	00	Kontrollprüfungen, Oberflächenbehandlung					
		01	Ebenheitsmessung mit der 4m-Latte durchfüh- ren	Stck.	10,23	343,41	128,26	7
		02	Entnahme von Bohrkernen vertikal (DN 150) aus unterschiedlichen Bohrtiefen entsprechend den bituminösen Schichten; Proben in 10l- Probengefäße verpacken; Bohrlöcher mit bitu- minösem Material verfüllen	Stck.	57,52	252,47	164,99	7
		03	Entnahme von Bohrkernen vertikal (DN 150) aus unterschiedlichen Bohrtiefen entsprechend den bituminösen Schichten und Bestimmung der Raumdichte und des Hohlraumgehaltes mit radiometrischen Messverfahren; Bohrlöcher mit bituminösem Material verfüllen	Stck.	105,19	876,07	463,03	7
		04	Dichtigkeitsmessungen an den Nähten der Einbaulagen oder auf Rauhstellen in der Fläche mit Vakuumglocke (Durchmesser 30 cm)	Stck.	102,26	715,35	347,32	7
		05	Schichtdickenmessung der einzelnen Asphalt- schichten mittels Wirbelstromverfahren einschl. Einmessen der Messpunkte	Stck.	10,23	841,59	195,24	7
		06	Raumdichtesonde kalibrieren	Stck.	102,26	547,03	257,47	7
		07	Neu versiegelte Fläche maschinell und nass nach Abschluss der Baumaßnahmen reinigen	m²	0,06	0,28	0,14	3
# keine Kostendaten vorhanden								
* Daten aus LB 1997 / 1998								

72 Vertikale Abdichtung

Durch eine vertikale Abdichtung, die i.d.R. als Dichtwand ausgeführt wird, soll die horizontale Schadstoffausbreitung durch das Grundwasser in der gesättigten Zone unterbunden werden. Zur Einkapselung von Bodenverunreinigungen werden vertikale Abdichtungen häufig in Kombination mit Oberflächenabdichtungen und hydraulischen Maßnahmen eingesetzt. Dichtwände dienen darüber hinaus zur räumlichen Begrenzung von hydraulischen Maßnahmen oder von Dekontaminationsverfahren in-situ.

Voraussetzung für den Einsatz von vertikalen Abdichtungen ist das Vorhandensein eines ausreichend mächtigen, gering durchlässigen Horizontes, in den die Abdichtung eingebunden wird. Technisch möglich ist die Erstellung der Abdichtungen sowohl im Locker- wie im Festgestein. In der Regel werden vertikale Abdichtungen jedoch vorwiegend im Lockergestein ausgeführt.

Die Eignung der für die Abdichtung gewählten Materialien ist im Labor nachzuweisen (z. B. Abbindeverhalten und Beständigkeit gegenüber vorhandenen Schadstoffen). Zusätzlich wird die Überprüfung der Planungsvorgaben in einem Probetrieb bzw. die Errichtung einer Probedichtwand empfohlen. Für die Ausführung ist ein Qualitätssicherungsplan zu erstellen, der die Anforderungen an die Materialien, die Bauausführung und den Umfang der Bau begleitenden Prüfungen festlegt.

Grundsätzlich können folgende Abdichtungssysteme unterschieden werden:

Abdichtungssystem	Ausführung
Aushub des Bodens und Einbau des Abdichtungsmaterials	Schlitzwand
	überschnittene Bohrpfahlwand
	MIP-Wand (<u>M</u> ixed- <u>I</u> n- <u>P</u> lace)
Verdrängung des Bodens und Einbau des Abdichtungsmaterials	Schmalwand
	Spundwand
	gerammte Schlitzwand
Verringerung der Durchlässigkeit des anstehenden Bodens	Injektionswand
	Hochdruckinjektionswand
Gefrierwand	(temporär)

Die Hochdruckinjektionswand wird durch das Einbringen einer Injektionssuspension in den Boden hergestellt. Dazu wird über ein Bohrgestänge mit Düsenköpfen die Bodenstruktur in den abzudichtenden Bereichen aufgelöst. Der dadurch in Suspension gebrachte Boden wird mit dem über die Düsen eingebrachten Injektionsgut vermischt. Die Hochdruckinjektion kann zur Einkapselung lokal begrenzter Kontaminationen angewendet werden. Hochdruckinjektionen können auch als Schrägbohrungen hergestellt werden. Eine verbesserte Dichtigkeit kann durch die Anordnung einer zweiten Reihe von Injektionen erzielt werden.

Die gängigsten Ausführungen der vertikalen Abdichtung sind Schlitzwände im Einphasen- und Zweiphasenverfahren (s. Kap. 72.4, 72.5), Schlitzwandkombinationsabdichtungen (s. Kap. 72.6) und Spundwände (s. Kap. 72.1). Injektions- und temporär wirkende Gefrierwände kommen eher selten zum Einsatz, sie werden nicht als eigene Leistungsbereiche aufgenommen.

Die Hinweise zur Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für die Kapitel 72.1 bis 72.7 zusammenfassend dargestellt.

Literatur

Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Bohrarbeiten – DIN 18301, VOB Teil C, Dezember 2000.

DIN 4014 Bohrspfähle – Herstellung, Bemessung, Tragverhalten, März 1990.

DIN V 4126-100 Schlitzwände – Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten, April 1996.

DIN 4126 Ortbeton-Schlitzwände, Konstruktion und Ausführung, August 1986.

DIN 4127 Schlitzwandtone für stützende Flüssigkeiten, August 1986.

DIN 18313 Schlitzwandarbeiten mit stützenden Flüssigkeiten, Juni 1996.

GDA-Empfehlung E 3-2: Eignungsprüfung mineralischer Dichtwandmassen, GDA-Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten, 3. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1997.

GDA-Empfehlung E 4-1: Herstellung von Dichtwänden, GDA-Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten, 3. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1997.

GDA-Empfehlung E 5-3: Qualitätsüberwachung für vertikale Dichtwände aus mineralischen Stoffen, GDA-Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten, 3. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1997.

Hamad,Y.; Azzam, R.: Numerische Modellierung von Weichgelinjektionen zwecks Altlastenabkapselung in sandigen Böden, TerraTech 5/2000, S. 56-60.

Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Materialien Band 23 „Sicherung von Altlasten mit Schlitz- oder Schmalwänden“, Hrsg.: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1995.

Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. ITVA: Sicherung durch vertikale Abdichtung, Arbeitshilfe H 1-4, 1994.

Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Band 3 „Auswertung der Erfahrungen aus durchgeführten Sicherungsmaßnahmen bei Altlasten“, Hrsg.: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, 1997.

Reinhard, M.; Stark, J.: Qualitätssicherung einer Dichtwandumschließung am Beispiel der Sanierung Metallhütte Fahlbusch, TerraTech 1/2001, S. 45-49.

Simmer, K.: Grundbau 2 Baugruben und Gründungen, B.G. Teubner , Stuttgart, 1999.

Information über Leistungsanbieter

Auf Initiative des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie wurde 1989 die Überwachungsgemeinschaft "Bauen für den Umweltschutz" e.V. gegründet. Ziel der Gründung war die Sicherstellung einer qualifizierten Ausführung für die Bereiche „Bau von Abfallentsorgungsanlagen“ und „Sicherung und Sanierung von Altlasten“.

In der Überwachungsgemeinschaft haben sich Fachfirmen zusammengeschlossen, die unterschiedliche Leistungsspektren anbieten. Über eine Suchmaske im Internetportal www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de kann nach den entsprechenden Fachfirmen recherchiert werden.

72.1 Spundwand

72.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Spundwände bestehen aus aneinandergereihten Stahlbohlen, die in den Untergrund eingerammt werden und mit Schlössern durchgehend verbunden sind. Durch geeignete Beschichtungsmaterialien und Schlossdichtungen wird eine Dichtwand erstellt, die gegen die vorhandenen Schadstoffe beständig ist.

Leistungen im Rahmen der Erstellung von Spundwänden werden im Leistungsbereich 23-00-00 „Verbau- und Rammarbeiten“ beschrieben und sind nach den dortigen Vorgaben zu kalkulieren.

72.2 Schmalwand

72.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Schmalwände sind Dichtungswände von 8-15 cm Dicke und Tiefen bis zu 23 m. Sie werden durch aneinandergereihtes überlagerndes Einrütteln / Rammen und Ziehen einer speziellen Stahlbohle mit I-Profil nahezu ohne Bodenaushub erstellt. Die durch die Bohle entstehenden Hohlräume werden gleichzeitig vom Fuß der Bohle ausgehend über eine Verpressleitung mit Dichtungsmaterial verfüllt. Das Abteufen der Stahlbohle erfolgt in einem sogenannten Vorlaufgraben (0,5-1,0 m), der mit der Schmalwandmasse gefüllt ist. Die Schmalwand kann auch mittels Hochdruckspülung hergestellt werden. Die Wanddicke beträgt dann 15-25 cm.

Als Schmalwandmasse wird zumeist eine Bentonit-Zement-Suspension mit Zugabe von Steinmehl verwendet. Je nach Zusammensetzung der Dichtmasse sowie der Porengeometrie und Porenkanalweite kann die Suspension das umgebende Erdreich penetrieren und weitgehend abdichten. Da die Schmalwand im Vergleich zu anderen Dichtwänden nur eine geringe Dicke aufweist, muss die Suspension eine hohe Dichte, ein rasches Abbindevermögen und eine geringe Durchlässigkeit besitzen. Um einer möglichen Rückverformung des verdrängten Bodens entgegenzuwirken und die Erosionsbeständigkeit der Suspension zu erhöhen, wird für Schmalwandmassen eine Dichte von 1500 kg/m³ empfohlen.

Die einzelnen Lamellen der Schmalwand werden überschritten ausgeführt. Für Dichtungswände ist ein Überschneidungsmaß von 50 % der Steghöhe der Injektionsbohle üblich. Der Einbau von zwei parallelen, im Abstand von 5-8 m erstellten Schmalwänden, die durch Querschotte in Abständen von rund 50 m in Kammern unterteilt werden, ermöglicht eine Dichtigkeitskontrolle durch Anordnung von Brunnen in den Kammern und Pegeln im Außenbereich.

72.2.2 Kostenermittlung

72.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Kostenangaben zu Kreuzungen und Durchdringungen in der Dichtwand sowie zu Qualitätskontrollen finden sich im Kapitel 72.4.

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Vorlaufgraben herstellen	m	
Schmalwand mit I-Profilen als Dichtwand herstellen	m ²	
Mischeinrichtung bereitstellen, vorhalten und räumen	psch.	
Einbringen von zusätzlicher Dichtwandmasse bei porösen Bodenarten	m ³	
Ausbauen, Zerkleinern und Zwischenlagern des Vorlaufgrabenmaterials	m ³	

Leistungsbereich 72-20-00 *	SCHMALWAND *		
BAUSTELLENEINRICHTUNG ZB [€]			
76.694,00			
BASISKOSTEN DICHTWAND			
Schmalwandtiefe t [m]	Kostenansatz K [€/m²]		
< 5	28,00		
5 – 10	31,00		
> 10	33,00		
Kosten LB 72-20-00 = ZB [€] + Dichtwandfläche A [m²] x K[€/m²] = _____ €			

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

72.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz

LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 24-00-00	Brunnenbau
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Entnahme und Fassung von Grundwasser, Schichten- oder Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

72 20 00 Vertikale Abdichtung - Schmalwand

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
72 21 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Liefern und Vorhalten der Fördergeräte, der Mischanlage (Mischwerk, Silos, Pumpen, Mess- und Wiegeinrichtungen) und des Baustellenlabors	psch.			76.693,78 *	
72 22 00	Schmalwandherstellung					
01	Vorlaufgraben für Schmalwand herstellen, einschl. Schalung, Bewehrung, Beton und Bodenaushub		#	#	#	0
02	Schmalwand mittels I-Profilbohlen als Dichtwand herstellen; einschl. Anrichten und Umsetzen des Rammgerätes, Rammen und Ziehen der Stahlbohlen, Liefern und Einbauen der Bentonitsuspension. Schmalwandtiefe:	m²			28,12 *	
	0-5 m				x 1,0 *	
	5-10 m				x 1,1 *	
	10-25 m				x 1,2 *	
03	Schmalwand mittels Tiefenrüttler als Dichtwand herstellen; einschl. Anrichten und Umsetzen des Rüttlers, Liefern und Einpressen der Zementsuspension. Schmalwandtiefe:	m²	#	#	#	0
	0-5 m		#	#	x #	
	5-10 m		#	#	x #	
	10-25 m		#	#	x #	
04	Einbringen von zusätzlicher Dichtwandmasse bei porösen Bodenarten	m³	#	#	#	0
05	Ausbauen, Zerkleinern und Zwischenlagern des Vorlaufgrabenmaterials	m³	#	#	#	0
72 23 00	Qualitätskontrolle / -sicherung					
01	Erstellen eines Schmalwandprotokolls mit Dokumentation der Messwerte für Tiefe, Neigung, Suspensionsmitteldruck, Suspensionsfluss etc.	m	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

72.3 Gerammte Schlitzwand

72.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei der gerammten Schlitzwand wird der Boden durch Einrammen eines unten geschlossenen Hohlkastens verdrängt. Der Kasten besteht aus Stahlspundbohlen und wird unten mit einer Stahlplatte wasserdicht verschlossen. Nachdem der Kasten auf die erforderliche Tiefe gerammt wurde, wird das nächste Kastenprofil in Schössern geführt eingebracht. Die Hohlkästen werden mit Dichtungsmasse gefüllt, so dass sich die Bodenplatte unter dem Gewicht der Füllmasse löst. Hinsichtlich der Zusammensetzung der Dichtwandmasse entspricht das Verfahren dem Zweiphasensystem, wobei die erste Stützung der Erdwände nicht durch eine Suspension, sondern durch die Stahlkästen erfolgt. Die Kästen werden bei gleichzeitiger Verdichtung der Füllmasse wieder gezogen. Es findet keine Vermischung der Dichtungsmasse mit dem umgebenden Erdreich statt. Die gezogenen Kästen werden mit einer neuen Sohlplatte versehen und in Verlängerung der Wand erneut abgeteuft.

Da bei diesem Verfahren die Verdrängung großer Erdmassen erforderlich ist, sind gerammte Schlitzwände nur in weichen Böden und bei begrenzten Tiefen einsetzbar. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen in der Vermeidung von kontaminiertem Bodenaushub.

72.3.2 Kostenermittlung

72.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Kostenangaben zu Kreuzungen und Durchdringungen in der Dichtwand sowie zu Qualitätskontrollen finden sich im Kapitel 72.4.

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Baustelleneinrichtung	psch.	
Gerammte Schlitzwand herstellen	m ²	

Leistungsbereich 72-30-00 *	GERAMMTE SCHLITZWAND *	
BAUSTELLENEINRICHTUNG ZB [€]		
76.694,00		
BASISKOSTEN DICTHWAND		
Dichtwandtiefe t [m]	Kostenansatz K [€/m²]	
<5	92,00	
5 – 10	102,00	
> 10	112,00	
Kosten LB 72-30-00 = ZB [€] + Dichtwandfläche A [m²] x K[€/m²] = _____ €		

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

72.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 24-00-00	Brunnenbau
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Entnahme und Fassung von Grundwasser, Schichten- oder Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**72 30 00 Vertikale Abdichtung -
Gerammte Schlitzwände**

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
72 31 00		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	kernleistungsspezifische Baustelleneinrichtung; erforderliche Geräte / Werkzeuge liefern, vorhalten, reinigen, wiedereinräumen am Lager; Transport- /Fahrtkosten	psch.	#	#	#	0
72 32 00		Schlitzwand herstellen					
	01	Gerammte Schlitzwand als Dichtwand herstellen; einschl. Einrammen und Ziehen der Hohlkästen, Liefern und Verdichten der Dichtungsmasse	m²			92,03 *	
		Schlitzwandtiefe:					
		0-5 m				x 1,0 *	
		5-10 m				x 1,15 *	
		10-25 m				x 1,25 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

72.4 Einphasen-Schlitzwand

72.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Schlitzwände dienen der Einkapselung von Kontaminationen durch Aushub des anstehenden Bodens und Einbau eines Abdichtungsmaterials. Beim Einphasenverfahren wird der Schlitz mit Hilfe von Schlitzwandgreifern, -fräsen oder mittels Tieflöffel ausgehoben. Zum Stützen der Erdwände wird eine Bentonit-Zement-Suspension verwendet, die nach Beendigung des Aushubs im Schlitz verbleibt und langsam aushärtet. Die Suspension übernimmt dabei sowohl die Funktion als Stützflüssigkeit beim Aushub als auch einer eigentlichen Dichtwand nach dem Aushärten. Der Durchlässigkeitsbeiwert k gegenüber Wasser liegt bei 10^{-9} m/s bis 10^{-10} m/s (Laborwerte). Durch Zugabe von Zusatzstoffen kann der Feststoffanteil der Suspension erhöht und damit die Durchlässigkeit auf bis zu 10^{-11} m/s (Laborwert) reduziert werden.

Schlitzwandgreifer lösen und fördern das Aushubmaterial. Die Suspension fließt während des Aushubs aus dem Greifer ab, der geförderte Bodenaushub weist jedoch noch hohe Suspensionsanteile auf und erfordert zumeist eine Entsorgung. Die kostengünstige Baustelleneinrichtung und niedrige Aushubkosten bei einfach zu lösenden Böden sind die Vorteile der Greifertechnik.

Bei Schlitzwandfräsen erfolgt das Lösen des Bodens durch rotierende Schneidräder oder Bohrköpfe. Der mit der Suspension vermischte Boden wird hydraulisch gefördert und in Separieranlagen von der Suspension getrennt. Dadurch ist im Vergleich zur Greifertechnik zumeist eine kostengünstigere Entsorgung möglich. Die Vorteile der Frästechnik liegen in der nahezu erschütterungsfreien Arbeitsweise, in der Erreichbarkeit großer Tiefen und einer hohen Genauigkeit bezüglich der Abweichung zur Vertikalen.

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) „Schlitzwandarbeiten mit stützenden Flüssigkeiten“ DIN 18313 gelten für das Herstellen von Wänden und anderen Bauwerksteilen in flüssigkeitsgestützten Erdschlitzen und für das Ausheben dieser Schlitze unter stützender Flüssigkeit, z. B. Ortbeton-schlitzwände, Fertigteilschlitzwände, Einphasenschlitzwände - gegebenenfalls mit Einbauteilen - und Tonbeton-schlitzwände. Sie gilt auch für das Herstellen und Beseitigen von Leitwänden und für die dazugehörigen Erdarbeiten.

Die ATV DIN 18313 gilt nicht für das Herstellen von Dichtungswänden in Schlitzen, die mit Hilfe von eingerammten, eingepressten oder eingerüttelten Trägern oder Bohlen hergestellt werden (sogenannte Schmalwände, s. Kap. 72.2).

72.4.2 Kostenermittlung

72.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Herstellen und Beseitigen der Leitwände einschließlich zugehöriger Erdarbeiten	m	
Herstellen der Schlitzwand einschließlich Aushub, Dichtwandmasse und Bewehrung	m ²	

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Herstellen der Schlitzwand getrennt nach Aushub und Einbringen Dichtwandmasse einschließlich Bewehrung		
Schlitzwandaushub	m ³	m ²
Schlitzwand herstellen	m ²	
Herstellen der Schlitzwand getrennt nach Aushub und Einbringen Dichtwandmasse und Beweh- rung		
Schlitzwandaushub	m ³	m ²
Schlitzwand herstellen	m ²	
Bewehrung liefern, schneiden, biegen, flechten, einbauen	kg	t
Verfüllen des Leerschlitzes	m ³	m ²
Ersatz bei Verlust der Stützflüssigkeit	m ³	kg
Anschlüsse, Aussparungen, Einbauteile etc.	Stck.	
Dichtungs- und Stützelemente (z.B. Dichtungsbahnen, Stahlspund- wand)	m ²	
Beseitigen von Hindernissen beim Aushub	m ²	m ³

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 2, gilt:

- Die Leistung umfasst auch das Herstellen der stützenden Flüssigkeit, deren Einleiten in die Schlitzte, Homogenisieren und Ausleiten aus den Schlitzten sowie das Entsorgen der stützenden Flüssigkeit. Ist sie baugrundbedingt schadstoffbelastet, ist ihre Entsorgung besondere Leistung.
- Mit stützender Flüssigkeit vermengter Aushub (gelöster Boden und Fels) geht in das Eigentum des Auftragnehmers über, soweit der Aushub nicht baugrundbedingt schadstoffbelastet ist.
- Nicht mit stützender Flüssigkeit vermengter Aushub geht nicht in das Eigentum des Auftragnehmers über.

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Der Ermittlung der Leistung - gleichgültig, ob sie nach Zeichnungen oder Aufmaß erfolgt - sind zugrunde zu legen
 - für die Länge der Leitwände, des Schlitzwandaushubes und der Schlitzwände:
die Länge der Schlitzwandachse im Grundriß,
 - für die Dicke des Schlitzwandaushubes und der Schlitzwände:
die vorgeschriebene Nenndicke nach DIN 4126,
 - für die Tiefe des Schlitzwandaushubes:
das Maß von der vorgegebenen Bodenoberfläche bis zur vorgeschriebenen Schlitzwand-Unterkante,
 - für die Tiefe der Schlitzwand:
das Maß von der vorgeschriebenen Schlitzwand-Oberkante bis zur vorgeschriebenen Schlitzwand-Unterkante,
 - für die Tiefe des leeren Schlitzbereiches (Leerschlitze):
das Maß von der vorgegebenen Bodenoberfläche bis zur vorgeschriebenen Schlitzwand-Oberkante.
- Das Flächenmaß wird unabhängig von der Grundrissform der Schlitzwand aus der Länge und der Tiefe ermittelt.
- Das Raummaß wird ermittelt aus dem Flächenmaß multipliziert mit der Nenndicke.
- Aussparungen, Leitungen und Einbauteile werden übermessen.

- Durch Bewehrung verdrängte Betonmengen, bzw. andere Schlitzwandstoffmengen, werden nicht abgezogen.
- Der Ersatz des Verlustes an stützender Flüssigkeit wird ermittelt nach Raummaß, gemessen an der Mischanlage, oder nach Gewicht der für die Herstellung der Ersatzflüssigkeit verwendeten Stoffe.
- Bewehrung
 - Das Gewicht der Bewehrung wird nach den Stahllisten abgerechnet.
 - Das Stahlgewicht wird unter Ansatz der statisch erforderlichen und konstruktiven Bewehrungselemente, wie z. B. Fußbügel, Abstandshalter, Diagonalen, Flachbügel, Stahlbügel, Aufhängebügel, ermittelt.
 - Maßgebend ist das errechnete Gewicht, bei genormten Stählen die Gewichte der DIN-Normen (Nenngewichte), bei anderen Stählen die Gewichte des Profilbuchs des Herstellers.
 - Bindedraht, Walztoleranzen und Verschnitt werden bei der Ermittlung des Abrechnungsgewichtes nicht berücksichtigt.

Leistungsbereich 72-40-00	EINPHASEN-SCHLITZWAND	
BAUSTELLENEINRICHTUNG ZB [€]		
Tieflöffel	51.129,00	
Schlitzwandgreifer	76.694,00	
Hydrofräse	153.388,00	
BASISKOSTEN DICHTWAND		
Dichtwandtiefe t [m]	Kostenansatz K [€/m²]	
<15	42,00	
15 - 30	90,00	
Kosten LB 72-40-00 = ZB [€] + Dichtwandfläche A [m²] x K[€/m²] = _____ €		

72.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 24-00-00	Brunnenbau
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Entnahme und Fassung von Grundwasser, Schichten- oder Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**72 40 00 Vertikale Abdichtung -
 Einphasen-Schlitzwände**

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
72 41 00		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	Liefern und Vorhalten der Fördergeräte, der Mischanlage (Mischwerk, Silos, Pumpen, Mess- und Wiegeinrichtungen) und des Baustellenlabors Aushub mittels: Tieflöffel Schlitzwandgreifer Hydrofräse	psch.			51.129,19 *	
	02	Spezielle Baustelleneinrichtung für Schlitzwandumschließungen liefern, vorhalten, räumen	psch.	39.062,69	136.995,32	79.425,43	7
72 42 00		Dichtwand herstellen					
	01	Leitwand für Schlitzwand herstellen; einschl. Schalung, Bewehrung, Beton und Bodenaushub	m			178,95 *	
	02	Leitwand herstellen unter Einsatz von Fertigteilen, Höhe 1,0 m	m	167,25	186,62	173,91	7
	03	Leitwand herstellen unter Einsatz von Klemmbalken, Höhe 0,8 m	m	181,02	221,83	203,89	7
	04	Ausbauen, Zerkleinern und Zwischenlagern der Leitwandkonstruktion	m			143,16 *	
	07	Bohrgutaaustausch bei Nichteignung des vorgefundenen Bodens, incl. Anlieferung geeigneten Materials	m³	17,90	34,71	26,31	2
	08	Schlitzwand mittels Schlitzwandgreifer herstellen, inkl. aller notwendigen Materialien und Geräte, Wandstärke 0,8 m, Tiefe 25 - 30 m uGOK	m²	84,77	100,26	91,03	7
	09	Bodenaushub zur Herstellung des Dichtwand-schlitzes im Pilgerschrittverfahren durchführen Aushubtiefe t: bis 15 m 15 m bis 30 m 30 m bis 50 m Bodenklasse: 3 (leicht lösbare Böden) 4 (mit.schw. lösb. Böd.) 5 (schwer lösb. Böden)	m²			25,57 *	
	10	Bentonit-Zement-Suspension liefern und einbauen	m²			35,79 *	
	11	Abstemmen des Dichtwandkopfes, inkl. Transport und Entsorgung des Materials Abstemmtiefe t: < 60 cm 60 m - 80 cm > 80 cm	m	6,39	24,19	12,90	7
	12	Tonplombe zur Sicherung des Dichtwandkopfes einbauen, inkl. Material	m	12,00	44,77	25,01	6
	13	Einbau eines hochresistenten Dichtwandfußes	Stck.	#	#	#	0
	14	Frostschutzmaßnahmen zur Gewährleistung der Durchführung aller Arbeiten zur Herstellung der Dichtwand bei Frost bis - 15° C, incl. Freihaltung der Baustraße (Bohrungen im GW)	psch	2.556,46	7.248,98	4.902,72	2

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**72 40 00 Vertikale Abdichtung -
 Einphasen-Schlitzwände**

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl	
72	43	00	Kreuzungen, Durchdringungen, Bodenumlagerung					
		01	Dichtwandkreuzung für Entwässerungsleitungen herstellen, inkl. ggf. erforderlichem Rückbau der Leitwand, einschl. aller Nebenkosten und Materialien	Stck.	178,95	1.370,26	549,31	7
		02	Wasserdichte Dichtwanddurchdringungen (ca. 5-35 cm) herstellen, einschl. erforderlicher örtlicher Rückbau der Leitwand; Tiefe der Durchdringung bis 1 m unter OK Leitwand; inkl. aller Nebenkosten und Materialien	Stck.	178,95	2.311,55	590,05	49
			für Entwässerungsleitungen		178,95	2.311,55	x 1,65	
			für Wasserversorgungsleitungen (Hausanschluss)		178,95	2.311,55	x 1,3	
			für Abwasserleitungen (Hausanschluss)		178,95	1.881,55	x 1,3	
			für Elektroleitungen, Telefonleitungen (Hausanschluss, durch Leerrohr führen)		178,95	1.881,55	x 1,0	
			für Gasleitungen (Hausanschluss, durch Leerrohr führen)		178,95	1.881,55	x 1,2	
			Sonstige Durchdringungen		178,95	1.881,55	x 1,4	
		03	Dichtwandüberfahrt aufstellen, vorhalten und entfernen, Last bis 40 t, zu überbrückende Breite 4 m	Stck.	886,32	7.669,37	2.557,79	
		04	Belasteten Dichtwandaushub innerhalb der Baufläche umlagern	m³	2,05	7,59	4,85	7
		05	Gering belasteten Dichtwandaushub im Baufeld umsetzen bis zur vollständigen Abbindung der Suspension	m³	0,05	2,05	0,94	7
72	44	00	Qualitätskontrollen					
		01	Durchlässigkeitsbeiwert des Dichtwandaushubs bestimmen	Stck.	78,26	378,71	173,94	7
		02	Eingangsprüfung am Fertigprodukt, Dichte, Marsh-Trichter, Fließgrenze, Filtratwasserabgabe, Absetzmaß	Stck.	2,94	462,87	98,90	7
		03	Prüfung der Frischsuspension im Ablauf der Mischanlage, Dichte, Marsh-Trichter, Fließgrenze, Filtratwasserabgabe, Absetzmaß, Temperatur, pH-Wert	Stck.	2,94	462,87	103,32	7
		04	Prüfung der Frischsuspension im Zulauf zum Dichtwandkopf, Dichte, Marsh-Trichter, Fließgrenze, Filtratwasserabgabe, Absetzmaß, Temperatur, pH-Wert	Stck.	2,94	462,87	103,32	7
		05	Prüfung der Endsuspension am Dichtwandkopf, Dichte, Marsh-Trichter, Fließgrenze, Filtratwasserabgabe, Absetzmaß, Temperatur, pH-Wert, Sandgehalt	Stck.	25,56	462,87	115,04	7
		06	Prüfung der Endsuspension am Dichtwandfuß, Dichte, Marsh-Trichter, Fließgrenze, Filtratwasserabgabe, Absetzmaß, Temperatur, pH-Wert, Sandgehalt	Stck.	25,56	547,03	150,54	7
		07	Prüfung der abgebundenen Dichtwandmasse, Prüfumfang A: Wasserdurchlässigkeit, einaxiale Druckfestigkeit, Dichte, Wassergehalt	Stck.	40,90	631,19	294,33	7
		08	Prüfung der abgebundenen Dichtwandmasse, Prüfumfang B: Wasserdurchlässigkeit, Dichte, Wassergehalt	Stck.	40,90	715,35	260,55	7
		09	Prüfung der abgebundenen Dichtwandmasse, Prüfumfang C: einaxiale Druckfestigkeit, Dichte, Wassergehalt	Stck.	40,90	799,51	197,98	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**72 40 00 Vertikale Abdichtung -
 Einphasen-Schlitzwände**

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
10	Inklinometerbefahrung zum Nachweis der Vertikalität	Stck.	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

72.5 Zweiphasen-Schlitzwand

72.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Beim Zweiphasenverfahren zur Herstellung von Dichtwänden wird die Schlitzwand abschnittsweise ausgehoben. Der obere Bereich des Schlitzes wird wie beim Einphasenverfahren durch Leitwände gesichert. Die Stützung der Grabenwände wird durch eine Bentonitsuspension (Primärsuspension) gewährleistet. Nach Erreichen der Endtiefe wird die eigentliche Dichtwandmasse im Kontraktorverfahren in den Schlitz eingebracht. Die verdrängte Bentonitsuspension wird abgepumpt, regeneriert und erneut eingesetzt. Nach mehreren Umläufen weist die Primärsuspension einen zu hohen Feinkornanteil auf und muss beseitigt werden.

Zweiphasen-Schlitzwände werden bevorzugt bei Anfall von aggressiven Sickerwässern eingesetzt. Da eine Zweiphasen-Dichtwand zum überwiegenden Teil aus Feststoff besteht, kann hier durch Optimierung der Zusatzstoffe eine bestmögliche Schadstoffresistenz erzielt werden (DynagROUT-Verfahren).

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) DIN 18313 gelten auch für Zweiphasen-Schlitzwände.

72.5.2 Kostenermittlung

72.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Für die Abrechnung und Kalkulation von Zweiphasen-Schlitzwänden gelten die Abrechnungseinheiten für Einphasen-Schlitzwände und die Ergänzungen zur (ATV) DIN 18299 Abschnitte 2 und 5 entsprechend (s. Kapitel 72.4.2.1 und 72.4.2.2). Kostenangaben zu Kreuzungen und Durchdringungen in der Dichtwand sowie zu Qualitätskontrollen finden sich ebenfalls im Kapitel 72.4.

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Herstellen und Beseitigen der Leitwände einschließlich zugehöriger Erdarbeiten	m	
Herstellen der Schlitzwand einschließlich Aushub, Dichtwandmasse und Bewehrung	m ²	
Herstellen der Schlitzwand getrennt nach Aushub und Einbringen Dichtwandmasse einschließlich		

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Bewehrung		
Schlitzwandaushub	m ³	m ²
Schlitzwand herstellen	m ²	
Herstellen der Schlitzwand getrennt nach Aushub / Einbringen Dichtwandmasse und Bewehrung		
Schlitzwandaushub	m ³	m ²
Schlitzwand herstellen	m ²	
Bewehrung liefern, schneiden, biegen, flechten, einbauen	kg	t
Verfüllen des Leerschlitzes	m ³	m ²
Ersatz bei Verlust der Stützflüssigkeit	m ³	kg
Anschlüsse, Aussparungen, Einbauteile etc.	Stck.	
Dichtungs- und Stützelemente (z.B. Dichtungsbahnen, Stahlspundwand)	m ²	
Beseitigen von Hindernissen beim Aushub	m ²	m ³

Leistungsbereich 72-50-00 *	ZWEIPHASEN SCHLITZWAND *
BAUSTELLENEINRICHTUNG ZB [€]	
Schlitzwandgreifer	153.388,00
Hydrofräse	204.517,00
BASISKOSTEN DICHTWAND	
Dichtwandtiefe t [m]	Kostenansatz K [€/m ²]
< 15	102,00
15 - 30	112,00
30 - 50	123,00
> 50	143,00
Kosten LB 72-50-00 = ZB [€] + Dichtwandfläche A [m ²] x K [€/m ²] = _____ €	

* Daten zu Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

72.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 24-00-00	Brunnenbau
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Entnahme und Fassung von Grundwasser, Schichten- oder Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

LB 60-00-00 Reaktive Systeme

LB 81-00-00 Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

**72 50 00 Vertikale Abdichtung -
Zweiphasen-Schlitzwände**

OZ		Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
72	51	00					
		Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
	01	Liefern und Vorhalten der Fördergeräte, der Mischanlage (Mischwerk, Silos, Pumpen, Mess- und Wiegeinrichtungen) und des Baustellenlabors	psch.			153.387,56 *	
		Aushub mittels:					
		Schlitzwandgreifer				x 1,0 *	
		Hydrofräse				x 1,3 *	
72	52	00					
		Zweimassen-Schlitzwand					
	01	Leitwände für Schlitzwand herstellen, einschl. Schalung, Bewehrung, Beton, statischer Nachweise und Bodenaushub.	m			178,95 *	
	02	Bodenaushub zur Herstellung des Dichtwand-schlitzes mittels Schlitzwandgreifer/Hydrofräse in Lamellenabschnitten im Schutz von Stützsuspension durchführen	m²			127,82 *	
		Aushubtiefe t:					
		< 15 m				x 1,0 *	
		15 m - 30 m				x 1,1 *	
		30 m - 50 m				x 1,2 *	
		> 50 m				x 1,4 *	
		Bodenklasse:					
		3 (leicht lösbare Böden)				x 1,0 *	
		4 (mittelschwer lösb. Böden)				x 1,15 *	
		5 (schwer lösbare Böden)				x 1,5 *	
	03	Stützflüssigkeit liefern, einbauen, absaugen und zur Wiederverwendung aufbereiten		#	#	#	0
	04	Verbrauchte Stützflüssigkeit entsorgen und nachliefern		#	#	#	0
	05	Dichtwandmasse liefern, einbauen		#	#	#	0
	06	Ausbauen, Zerkleinern und Zwischenlagern der Leitwandkonstruktion		#	#	#	0
	07	Abstimmen des Dichtwandkopfes	m			63,91 *	
		Abstemmtiefe t					
		< 60 cm				x 0,8 *	
		60 m - 80 cm				x 1,0 *	
		> 80 cm				x 1,2 *	
	08	Einbau eines hochresistenten Dichtwandfußes		#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden							
* Daten aus LB 1997 / 1998							

72.6 Schlitzwand-Kombinationsabdichtung

72.6.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bei der Kombinationsdichtwand werden in Einphasen-Schlitzwände bei noch nicht vollständig abgebundener Dichtwandmasse flächige Dichtungselemente eingestellt. Diese können aus Kunststoffdichtungsbahnen oder Spundbohlen bestehen. Durch geeignete Materialzusammenstellung lassen sich die Dichtigkeit wie auch die Langzeitbeständigkeit des gesamten Abdichtungssystems erhöhen.

Kunststoffdichtungsbahnen werden durch spezielle Einbauvorrichtungen (z. B. Rahmen oder Trommeln) abgesenkt, während Spundbohlen und Stahlbetonelemente durch ihr Eigengewicht die Scherkräfte der Dichtwandmassen überwinden. Spundbohlen und Stahlbetonelemente werden eingesetzt, wenn die Dichtwand auch statische Aufgaben übernehmen soll. Dient die Dichtwand nur der Einkapselung, so werden überwiegend Kunststoffbahnen in die Schlitzwand eingebracht. Die Verbindung der Elemente erfolgt durch ineinandergreifende Schlossprofile, die durch eingezogenes Dichtungsband, Injektion oder Verschweißung zusätzlich abgedichtet werden. Durch eine Fußplombe aus feststoffreicher Dichtwandmasse kann die Einbindung der Schlitzwand in die wasserstauende Schicht optimiert werden. Ein konvektiver Schadstofftransport kann je nach Ausbildung der Schlossverbindungen weitgehend ausgeschlossen werden. Bei Kunststoffdichtungsbahnen ist der Einsatz diffusionsdichter Einlagen oder Beschichtungen möglich.

Die Tiefe einer Kombinationsdichtwand wird durch die maximale Länge der zusätzlichen Dichtungselemente begrenzt. Die Kombinationsdichtwand erfordert im Gegensatz zum herkömmlichen Schlitzwandbau im Pilgerschrittverfahren die Herstellung in kontinuierlicher Bauweise. Dabei entstehen lange, mit Suspension gestützte Schlitzte. Die Zusammensetzung der Dichtwandmassen sind auf die einzelfallspezifischen Erfordernisse durch Wahl der Bentonit- und Zementsorten abzustimmen.

72.6.2 Kostenermittlung

72.6.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Herstellen und Beseitigen der Leitwände einschließlich zugehöriger Erdarbeiten	m	
Herstellen der Schlitzwand		
Bodenaushub mit / ohne Liefern und Einbau der Dichtwandmasse	m ²	
Dichtwandmasse liefern und einbringen	m ²	m ³
Verfüllen des Leerschlitzes	m ³	m ²
Ersatz bei Verlust der Stützflüssigkeit	m ³	kg
Anschlüsse, Aussparungen, Einbauteile etc.	Stck.	
Dichtungs- und Stützelemente (z.B. Dichtungsbahnen, Stahlspundwand)	m ²	
Beseitigen von Hindernissen beim Aushub	m ²	m ³

Weitere Hinweise zu Abrechnung und Kalkulation der Leistungen gemäß den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) DIN 18313 und DIN 18299 finden sich im Kapitel 72.4.2.1 und 72.4.2.2.

Leistungsbereich 72-60-00 *	SCHLITZWAND-KOMBINATIONSSABDICHTUNG *	
BAUSTELLENEINRICHTUNG ZB [€]		
102.000		
BASISKOSTEN DICHTWAND		
Dichtwandtiefe t [m]	Kostenansatz	K ₁ [€/m²]
<15		128,00
15 - 30		141,00
30 - 50		153,00
Dichtungselement	Kostenansatz	K ₂ [€/m²]
Spundbohlen		#
einschalige Glasbarriere		#
zweischalige Glasbarriere		#
Kunststoffdichtungsbahn		#
Kosten LB 72-60-00 = ZB [€] + Dichtwandfläche A [m²] x K ₁ [€/m²] + A [m²] x K ₂ [€/m²] = _____ €		

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

72.6.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 24-00-00	Brunnenbau
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Entnahme und Fassung von Grundwasser, Schichten- oder Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
72 60 00 Vertikale Abdichtung - Schlitzwand-Kombinationsabdichtung

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max mittel	Daten- anzahl
72 61 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung				
01	kernleistungsspezifische Baustelleneinrichtung	psch.		102.258,38 *	
72 62 00	Schlitzwand-Kombinationsabdichtung				
01	Leitwände für Schlitzwand herstellen, einschl. Schalung, Bewehrung, Beton, statischer Nachweise und Bodenaushub.	m		178,95 *	

72 60 00 Vertikale Abdichtung - Schlitzwand-Kombinationsabdichtung

keine Kostendaten vorhanden
* Daten aus LB 1997 / 1998

72.7 Überschnittene Bohrpfahlwand

72.7.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bohrpfahlwände werden aus nebeneinander stehenden, einzeln hergestellten Bohrpfählen aus Ortbeton gebildet. Bohrpfähle im Sinne der DIN 4014 sind Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 0,30 – 3,0 m, einer Neigung nicht flacher als 4:1 und einer Mindestlänge im Baugrund von 5,0 m oder von $5 \times D$ (D = Bohrrohrdurchmesser), die in einem in den Baugrund gebohrten Hohlraum durch Einbringen von Beton, ggf. mit Bewehrung, hergestellt werden. Nach der Anordnung der Pfähle wird zwischen mit Abstand angeordneten Pfählen, tangierenden Pfählen und überschnittenen Pfählen unterschieden. Für die vertikale Abdichtung kommen nur überschnittene Bohrpfahlwände zum Einsatz. Soll die Bohrpfahlwand neben der abdichtenden Wirkung auch Standsicherheitsfunktionen übernehmen, so wird jeder zweite Bohrpfahl aus bewehrtem Beton hergestellt.

Bohrungen für Bohrpfahlwände werden abgestimmt auf den jeweiligen Baugrund im Drehbohrverfahren z.B. mit Drehbohrgreifern, Bohreimern, Bohrschnecken etc., mit Bohrgreifern an Seilbaggern oder als Spülbohrung im Lufthebeverfahren ausgeführt. Die Stützung der Bohrlochwandung erfolgt durch Verrohrung oder durch thixotrope Flüssigkeiten (z. B. Bentonit-Suspensionen).

Mit verrohrten Bohrungen können Bohrdurchmesser bis 2,0 m und Bohrtiefen bis > 40 m erreicht werden. Die Verrohrung muss dem Bohrfortschritt vorausseilen, um Auflockerungen unter der Bohrlochsohle zu vermeiden. Im Grundwasserbereich ist im Bohrrohr ein Wasserüberdruck bzw. ein Überdruck der Stützsuspension erforderlich, um das Eindringen von Bodenteilchen und die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs zu verhindern. Bei lotrechten verrohrten Bohrungen wird der Beton mittels Schütttrichter und einem Schüttrohr von > 2 m Länge eingebracht. Bei allen anderen verrohrten Bohrungen muss das Schütt- oder Pumprohr zu Beginn des Betonierens bis zur Bohrlochsohle reichen und während des Betonierens stets in den Frischbeton eintauchen.

Bei suspensionsgestützten Bohrungen erfolgt die Sicherung der Bohrlochwandung über eine Stützflüssigkeit aus Wasser und z.B. Bentonit (nach DIN 4126). Das Verfahren suspensionsgestützt hergestellter Bohrpfähle eignet sich vor allem für bindige und nicht-bindige standfeste Böden, deren Kohäsion im undränierten Zustand $c_u > 15 \text{ kN/m}^2$ bzw. die Konsistenzzahl $I_c > 0,25$ ist. Es können Bohrdurchmesser bis 3,0 m und Tiefen bis ca. 50 m erreicht werden. Nach dem Setzen eines Führungsrohres zur Stützung des Bohrwerkzeuges und der Bohrung im Kopfbereich erfolgt der Fördervorgang des Bohrgutes unter gleichzeitigem Einbringen der Suspension mit Spezialgreifern. Nach Aushub auf Endtiefe ist die Suspension auf Dichte, Fließgrenze und Sandgehalt zu prüfen, ggf. zu homogenisieren bzw. gegen frische Suspension auszutauschen. Das Betonieren erfolgt im Kontraktorverfahren über ein Schütt- und Pumprohr. Die dabei verdrängte Bentonitsuspension wird abgepumpt und aufbereitet.

Einpressarbeiten zum Dichten oder Verfestigen von Boden und Bauwerken (auch Erdbauwerken) und für das Füllen von Hohlräumen für Verankerungen werden gemäß DIN 18309, Betonarbeiten für das Herstellen von Bauteilen aus unbewehrtem Beton gemäß DIN 18331 ausgeführt. Bohrarbeiten zur Erstellung von Bohrpfählen und Bohrpfahlwänden sind nach (ATV) DIN 18301 auszuführen.

Eine häufig ausgeführte Alternative zu den o. g. Bohrpfahlwänden stellt das „Mixed-in-Place-Verfahren“ (MIP) dar. Neben dem Einsatz als vertikale Abdichtung findet das MIP-Verfahren auch bei der In-situ-Immobilisierung von Schadstoffen Anwendung.

Bei der MIP-Technik wird eine Dreifachschnecke bis auf die Solltiefe abgeteuft. Während des Abbohrens und Ziehens der Schnecke wird der anstehende Boden aufgemischt und durch das hohle Seelenrohr der Schnecke eine Bindemittelsuspension eingebaut. Die Porenräume im Bodengerüst werden dabei mit dem Bindemittel verfüllt. Die einzeln zu variierende Drehrichtung der Schnecken garantiert eine homogene Vermischung von Bindemittelsuspension und Boden. Die Herstellung der MIP-Wand erfolgt im Pilgerschrittverfahren. Zur Anwendung kommt die MIP-Wand als Dichtwand mit und ohne eingestellte Spundbohlen, als Verbauwand mit eingestellten Trägern, als Verbauwand mit tangierenden oder eingeschnittenen Pfählen und als mattenbewehrte Verbauwand.

Das MIP-Verfahren ist in vielen Bodenarten anwendbar. Nicht geeignet ist das Verfahren bei Fels, großen Steinen und Blöcken. Bei bindigem Boden ist die festigkeitsmindernde Wirkung zu berücksichtigen.

72.7.2 Kostenermittlung

72.7.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Die Bohrlänge von Bohrungen wird ermittelt vom plangemäßen Bohransatzpunkt bis zur vereinbarten Teufe. Die Länge von Bohrschablonen bei Bohrpfahlwänden wird in der Achse der Wand gemessen.

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Überschnittene Bohrung herstellen	m ³	
Überschnittene Bohrpfahlwand herstellen	m ²	
Bohrschablone herstellen	m	Stck.
Basisabdichtung am Fuß der Bohrpfahlwand herstellen	m ²	m ³
Beseitigung von Bohrhindernissen aus dem Bohrrohr	Stck.	

Leistungsbereich 72-70-00	ÜBERSCHNITTENE BOHRPFAHLWAND	
BAUSTELLENEINRICHTUNG ZB [€]		
128.000		
BASISKOSTEN DICHTWAND		
Durchmesser / Überschneidung [cm]	Kostenansatz K [€/m²]	
62/6	330,00	
75/5	307,00	
88/7,5	283,00	
118/9	378,00	
120/16	236,00	
Kosten LB 55-70-00 = ZB [€] + Dichtwandfläche A [m²] x K [€/m²] = _____ €		

72.7.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz
LB 23-00-00	Verbau- und Rammarbeiten
LB 24-00-00	Brunnenbau
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen zur Überwachung und Nachsorge
LB 52-00-00	Entnahme und Fassung von Grundwasser, Schichten- oder Oberflächenwasser
LB 53-00-00	Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 60-00-00	Reaktive Systeme
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**72 70 00 Vertikale Abdichtung -
Überschnittene Bohrpfähle**

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
72 71 00	Maßnahmespezifische Baustelleneinrichtung					
01	Erforderliche Geräte / Werkzeuge liefern, vorhalten, reinigen, Wiedereinräumen am Lager; Transport- / Fahrtkosten	psch.			127.822,97 *	
02	Erstellung von sämtlichen zur Durchführung notwendigen Vermessungs- und Absteckarbeiten	psch.	1.012,36	17.569,14	6.498,46	6
72 72 00	Erstellung von überschnittenen Bohrungen					
01	Erstellen einer überschnittenen Bohrung; einschl. Erstellen einer Arbeitsplanung, Umsetzen des Gerätes sowie Verladen des Bohrgutes in Container; Verfüllen der Bohrung mit unbelastetem Boden Bohrdurchmesser: 100 cm Überschneidung: ca. 20 %	m²			194,29 *	
02	Herstellen einer überschnittenen Bohrpfahlwand, einschl. Anrichten und Umsetzen des Bohrgerätes, Abteufen der Bohrungen, ggfs. Einbauen / Wiederziehen der Bewehrungskörbe, Liefern und Einbauen des Betons Bohrpfahldurchmesser/Überschneidung	m²	166,64	365,00	236,26	7
	62/6 cm		#	#	x 1,4 *	
	75/5 cm		#	#	x 1,3 *	
	88/7,5 cm		#	#	x 1,2 *	
	118/9 cm		#	#	x 1,6 *	
	120/16 cm		166,64	365,00	x 1,0	
03	Bohrschablone herstellen	Stck.			127,82 *	
04	Abteufen zusätzlich erforderlicher Bohrungen für das Herstellen der Bohrpfahlwand	m	12,78	230,08	121,12	6
05	Ausgehobene Bohrlöcher verfüllen, falls Endteufe nicht erreicht wird	m	8,37	125,98	77,85	6

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**72 70 00 Vertikale Abdichtung -
Überschnittene Bohrpfähle**

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
06	Basisabdichtung in der Aushubsohle nach einem hydraulischen Grundbruch liefern und einbauen, inkl. der Mischanlage, falls für Herstellung der Dichtmasse erforderlich	m²	66,93	899,87	373,03	6
07	Wasserentnahme aus dem Bohrröhr bei Wassereinbruch an der Basis bis zu einer Tiefe von 9,0 m uGOK je Bohrpfahl	Stck.	#	#	#	0
08	Boden aus dem Bohrröhr ausheben und separieren, inkl. Verladung in bereitstehende Container	m³	8,17	25,05	13,53	6
09	Abteufen von Suchsondierungen d > 50 mm zur Eingrenzung tiefer Hindernisse und Erkundung des Grundwasserstauers in einem vorgegebenen Raster inkl. Schichtenverzeichnis bis max. 9 m uGOK	m	16,87	68,07	43,83	5
10	Bohrhindernisse aus Bauschutt und Holz aus dem Bohrröhr beseitigen, ab einer Tiefe von 1,5 m uGOK	Stck.	81,68	383,47	214,47	6
11	Bohrhindernisse aus Beton oder Naturstein aus dem Bohrröhr beseitigen, ab einer Tiefe von 1,5 m uGOK	Stck.	200,86	639,11	350,66	6
72 73 00	Mixed-in-place-Verfahren					
01	Mischanlage und erforderliche Geräte für Mixed-in-place-Verfahren (MIP) an- / abtransportieren und umsetzen innerhalb der Baustelle	psch.	1.022,58	83.340,58	23.792,84	5
02	MIP-Mischanlage und erforderliche Geräte auf- und abbauen sowie vorhalten	psch.	255,65	30.933,16	11.908,12	4
03	Bohreinheit für MIP-Verfahren an- und abtransportieren und umsetzen im Baustellenbereich	psch.	255,65	2.460,39	1.462,29	4
04	Bohreinheit für MIP-Verfahren auf- und abbauen sowie Vorhalten aller erforderlichen Geräte zum Vorkernen in den Fundamentbereich	psch.	255,65	2.267,70	1.034,91	4
05	Arbeitsplanum für Bohrarbeiten herstellen und verdichten auf 45 MN/m²	m²	0,51	5,75	3,13	2
05	Durchkernung/Durchörterung von Hindernissen (Fundamente, TW-Leitungen, Beton, Stahl) zum Vorkernen für die nachfolgende MIP-Einheit, B = mind. 0,65 m, L = ca. 200 m, Teufe 5 m, Überschnittbreite 0,31 m, Bohrmeter max. 2950 m	m	12,97	20,80	15,76	3
06	Gebohrte Schlitzwand im MIP-Verfahren herstellen, Wand ohne statische Funktion, incl. Herstellen der Suspension einschl. erforderl. Materiallieferungen, Neigung 0° von der Lotsenkrechten, Einbau des kontaminierten Bohrgutes in den Abkapselungsbereich, Druckfestigkeit < 0,5 MN/m², kf-Wert < 1x10 ⁻⁹ m/s	m²	30,68	52,49	41,59	4
	Wandstärke > 0,55 m, Länge ca. 100 m, Wandhöhe ca. 13 m		30,68	52,49	x 1,0	
	Wandstärke > 0,55 m, Länge ca. 200 m, Wandhöhe ca. 13 m		40,90	50,20	x 1,1	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

73 Untergrundabdichtung

73.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Errichtung einer nachträglichen Untergrundabdichtung hat zum Ziel, die vertikale Schadstoffausbreitung aus einem kontaminierten Bereich über den Grundwasserpfad zu unterbinden. Am ehesten kommt eine Basisabdichtung in Kombination mit anderen Sicherungsmaßnahmen wie Oberflächenabdichtung und vertikale Abdichtung sowie einer Sickerwassererfassung und -behandlung in Betracht. Sind unter einer Altlast bis in größere Tiefen nur wasserdurchlässige Bodenschichten anzutreffen, so kann es sinnvoll sein, die Einkapselung an der Basis durch eine nachträgliche Basisabdichtung zu schließen. Durch die vollständige Einkapselung wird ein im Grundwasser stehender "Topf" ausgebildet, dessen Innenwasserstand geringfügig unterhalb des Außenwasserstandes gehalten wird, um einen dem Konzentrationsgradienten entgegengerichteten Druckgradienten zu erreichen. Als sehr kostenintensives Verfahren wurde der Einbau einer nachträglichen Basisabdichtung bisher nur in Einzelfällen realisiert.

Verfahrensbeschreibung

Die Verfahren zur nachträglichen Errichtung einer Untergrundabdichtung basieren im wesentlichen auf Poreninjektionsverfahren und die bergmännische Unterfahrung (Stollenbau). Je nach Bauverfahren wird unterschieden zwischen

- vertikaler Injektion geeigneter, abdichtender Materialien in das vorhandene Gestein von der Geländeoberfläche aus nach Durchbohrung des Schadstoffkörpers (Jet-Grouting-Verfahren),
- horizontaler Injektion geeigneter, im erhärteten Zustand gering durchlässiger Materialien in das vorhandene Gestein von Baugruben / Schächten bzw. von bergmännisch hergestellten Stollen aus (Injektionsschirme),
- Herstellung einer durchgehenden Sohle mittels Dichtungsteppich aus geeigneten, abdichtenden Materialien von bergmännisch hergestellten Stollen aus (Injektion mit Düsenstrahlsäge, Stahlelemente mit Dichtungsmasse, Einbau von Dichtungsbahnen mit Schwerteinbauverfahren)
- Überschnittene bzw. dicht an dicht gelegene, mit dichtendem Material verfüllte, bergmännisch erstellte Stollen.

Im Rahmen der Altlastensicherung spielen Verfahren mit bergmännischer Unterfahrung (Stollenbau) aufgrund des hohen technischen Aufwandes praktisch keine Rolle. Neben den verfahrenstechnischen Kosten wären darüber hinaus zusätzliche Kosten für die Entsorgung von möglicherweise kontaminiertem Bodenaushub zu berücksichtigen. Bisher wurden nachträgliche Untergrundabdichtungen von Altlasten nur mittels Injektion entsprechender Materialien von der Geländeoberfläche aus hergestellt.

Bei dem Jet-Grouting-Verfahren wird nach dem Abteufen einer Bohrung bis zur gewünschten Tiefe mit einem oder mehreren Hochdruckdüsen an der Spitze des Bohrgestänges (Düsenstrahlverfahren) innerhalb einer definierten Reichweite der anstehende Boden in seiner Struktur aufgelöst und mit einer Suspension vermischt. Das verfestigte Material liegt in Form einer Säule vor. Um einen durchgehenden Verfestigungskörper zu erhalten, werden die Bohrungen in einem Dreieckraster so angeordnet, dass es zu Überschneidungen der verfestigten Säulen kommt. Das Jet-Grouting- / Soilcrete-Verfahren wird angewandt zur in-situ-Verfestigung von kontaminierten Böden. Es können organische und/oder anorganische Verunreinigungen eingebunden werden. Ursprünglich wurde das Verfahren entwickelt zur Baugrundverbesserung sowie zum Erstellen von Dichtungssohlen und Dichtwänden bei Baugruben.

Die Planung, Ausführung und Prüfung von Injektionsmaßnahmen bei Baumaßnahmen sind ausführlich in DIN 4093 beschrieben. Das Einpressen erfolgt von Bohrlöchern aus, die in einem definierten Bohrraster angeordnet sind. Dabei muss sichergestellt werden, dass sich die einzelnen Injektionskörper nach Fertigstellung überschneiden bzw. Klüfte und Hohlräume lückenlos verfüllt werden. Bei Injektionsmaßnahmen von der Geländeoberfläche aus muss eine flächenhafte Zugänglichkeit des Geländes für Bohrfahrzeuge usw. gegeben sein. Da bei solchen Maßnahmen zumindest teilweise durch den kontaminierten Bereich zu bohren ist, sind entsprechenden Maßnahmen des Arbeits- und Umgebungsschutzes zu planen.

Anforderungen an die Materialien

Sohlabdichtungen haben die Aufgabe, den Untergrund der Altlasten nachträglich gegen austretendes Sickerwasser bzw. Kontaminationen abzudichten. Die Abdichtung muss ihre Funktionsfähigkeit, Dauerbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit über lange Zeit behalten. Die Anforderungen an das einzubringende Dichtmaterial sind entsprechend dem jeweiligen Bauverfahren anhand folgender Aspekte anzupassen:

- auf das Herstellungsverfahren abgestimmte physikalische Eigenschaften
- rasche Wirksamkeit (Dichtigkeit nach dem Einbau, Festigkeit)
- Beständigkeit gegen Kontamination im frischen und erhärteten Zustand
- Erstarrung und Erhärtung im teilweise kontaminierten Boden
- Dichtigkeit sowohl gegen Wasser als auch gegen versickerndes Niederschlagswasser und Schadstoffphasen

Die einzubringenden Injektionsmischungen müssen je nach Komponentenauswahl eine niedrige Viskosität, damit sie fließfähig und auch über weite Strecken pumpbar sind, und ggf. eine geringe Sedimentation (Dekantation) aufweisen sowie eine lange Verarbeitungszeit garantieren.

Injektionsmaßnahmen zur Herstellung von nachträglichen Basisabdichtungen sind technisch nahezu bei allen Boden- bzw. Gesteinsarten realisierbar. Bei Böden mit ausreichend großem Porenraum werden weitestgehend Ton-Zement- bzw. Bentonit-Zement-Mischungen als mineralische Baustoffe für die Injektionen eingesetzt. Bei kleineren Porenräumen (z.B. schluffiger Sand) müssen fließfähigere Gemische, wie z.B. Silikat-Gele, verwendet werden. In der Erprobung befindet sich die Einbringung von Montanwachsemlulsionen mittels Düsenstrahlverfahren (Jet-Grouting). In der nachfolgenden Tabelle sind die Anwendungsmöglichkeiten der Injektionsmittel für die Herstellung von nachträglichen Basisabdichtungen nach DIN 4093 dargestellt.

Tabelle 1: Anwendungsmöglichkeiten der Injektionsmittel für die Herstellung von nachträglichen Basisabdichtungen nach DIN 4093

Hohlräume in		Abdichtung / Injektionsmittel
Lockergestein	Kies	Tonzementsuspension, Tonzementsuspension und Silikatgel ¹⁾
	Sand	Silikatgel, Tonsuspension
	schluffiger Sand	Silikatgel, Kunststofflösung (wässriges oder nichtwässriges System)
Fels	Hohlräume (Karst, große Klüfte)	Zementpaste, Zementmörtel, Zementsuspension, Tonzementsuspension, Schaumstoff
	Klüfte (> 0,1 mm)	Zementsuspension, Tonzementsuspension, Tonzementsuspension und Silikatgel ¹⁾
	Klüfte (≥ 0,1 mm)	Silikatgel
Bauwerke	Hohlräume (Stollen, Kanäle)	Zementpaste, Zementmörtel, Zementsuspension
	Fugen und Risse (> 0,1 mm)	Zementsuspension, Tonzementsuspension
	Risse (≤ 0,1 mm)	Kunststofflösung (wässriges oder nichtwässriges System)

1) Zweiphaseninjektion

Eignungsprüfung und Qualitätssicherung

Grundsätzlich müssen für die Suspensionen, die zur Herstellung einer nachträglichen Basisabdichtung verwendet werden, die gleichen Eignungsprüfungen wie für Dichtmassen bei der Herstellung von vertikalen Dichtwänden, durchgeführt werden. Bei den Verfahren, die eine Zumischung des anstehenden u. U. kontaminierten Bodens für die eingebrachte Dichtmasse beinhalten, sind zusätzliche Untersuchungen erforderlich. Diese beziehen sich einmal auf die Mischfähigkeit des anstehenden Bodens in der Dichtmasse und insbesondere auf die Eigenschaften der Mischungen selbst (Druckfestigkeit, Durchlässigkeit und Auslaugverhalten). Man wird eine Bandbreite möglicher Mischungsverhältnisse erstellen, die sich an dem verwendeten und in einem Feldversuch vorab ermittelten tatsächlichen Mischungsverhältnis orientieren wird.

Die DIN 4093 gibt Vorgaben für die Prüfung von Injektionsmaßnahmen. Die Qualität der Ausführung der Maßnahme kann überprüft werden durch die

- Ausführung von Kernbohrungen im injizierten Bereich; Überprüfung von Mächtigkeit und Durchlässigkeit der hergestellten Basisabdichtung,
- Durchführung von Pumpversuchen zur Überprüfung der Gesamtdichtwirkung; hierzu ist die Einrichtung eines Grundwassermessstellennetzes erforderlich.

Ansonsten sind die für Spezialbaumaßnahmen üblichen qualitätssichernden Maßnahmen mit einer lückenlosen Dokumentation zu ergreifen.

73.2 Kostenermittlung

73.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Auffahren von Hohlräumen und Einbringen von Dichtsystemen	m ³	
Injektion von Dichtmassen / Suspensionen	m ³	

73.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 01-00-00	Planung, Überwachung, Dokumentation
LB 11-00-00	Umwelt- und Geotechnische Felduntersuchung, Probenahme
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emission- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 25-00-00	Wasserhaltung
LB 30-00-00	Erdarbeiten
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung
LB 72-00-00	Vertikale Abdichtung
LB 74-00-00	Immobilisierung
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung
LB 81-00-00	Entsorgung, Transport

LB-AF Nr. Leistungsbereich

73 00 00 Untergrundabdichtung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
73 01 00 01	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung Einrichten der Baustelle und Vorhaltung der erforderlichen Geräte, Werkzeuge und Anlagen; Räumen der Baustelle Maßnahme: Einbringen von Dichtmassen in Hohlräume Injektionstechnik	psch.	#	#	#	0
			#	#	#	0
			#	#	#	0

LB-AF Nr. Leistungsbereich
73 00 00 Untergrundabdichtung

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
73	02	00					
		01					
		Untergrundabdichtung					
		Auffahren von Hohlräumen (Schächte bzw. bergmännisch erstellte Stollen) einschl. ggf. Entsorgung von Bodenaushub und Einbringen von Dichtsystemen	m²			2.121,86 *	
		Verfahren:					
		Einbau von Dichtungsbahnen mit Schwerteinbau				x #	
		Stahlelemente mit Dichtungsmasse				x #	
		Düsenstrahlsäge				x #	
		Bau von überschnittenen bzw. dicht an dicht gelegenen, mit dichtendem Material verfüllten, bergmännisch hergestellte Stollen				x #	
		Sohlstärke:					
		d < 0,50 m				x #	
		d > 0,50 m				x #	
		d > 1,00 m				x #	
73	03	00					
		01					
		Injektion von Dichtmassen / Suspensionen					
		Jet-Grouting	m²	#	#	#	0
		02 Montanwachsinjektion	m²			511,29 *	
		03 Injektionsschirm zwischen begehbaren Stollen	m²	#	#	#	0
		Ausführung:					
		vertikal				x #	
		wannenförmig				x #	
		schräg				x #	
		horizontal				x #	
		Suspensionsart:					
		Ton-Zement				x #	
		Ton				x #	
		Zement				x #	
		Zementpaste				x #	
		Zementmörtel				x #	
		Silikat-Gel				x #	
		Schaumstoff				x #	
		Kunststofflösung				x #	
		(nicht wässriges System)					
		Kunststofflösung				x #	
		(wässriges System)					
		Montanwachs				x #	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

73.3 Literatur

Deutsches Institut für Normung (1987): DIN 4093 Einpressen in den Untergrund. Planung, Ausführung, Prüfung; Berlin 1987.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (1990): Handbuch für die Einkapselung von Altablagerungen, Materialien zur Altlastenbearbeitung Band 4, Karlsruhe, November 1990.

73.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.

74 Immobilisierung

74.1 Immobilisierung on-site / off-site

Unter Immobilisierung werden bei der Sanierung alle mobilitätshemmenden Maßnahmen verstanden, die an den Schadstoffen selbst ansetzen und die Verfügbarkeit der Schadstoffe für Emissionsvorgänge herabsetzen. Immobilisierungsmaßnahmen werden überwiegend als On-Site-Maßnahmen mit Aushub, Behandlung in einer Mischanlage und Wiedereinbau des Material ausgeführt. Die In-situ-Immobilisierung wird nur in Einzelfällen eingesetzt.

74.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Zur Immobilisierung zählen Verfestigungs- und Stabilisierungsverfahren. Die Begriffe Konditionierung, Mikro- und Makroeinkapselung, Stabilisierung und Einbindung werden gleichermaßen im Sinne von Immobilisierung verwendet, eine eindeutige Begriffsabgrenzung erfolgt selten.

Die amerikanische Umweltbehörde USEPA spricht generell immer zusammenhängend von „Stabilization/Solidification“, abgekürzt als „S/S techniques“. Die Stabilisierung hat das Ziel, das Abfallmaterial in eine stabilere chemische Form umzuwandeln und die Löslichkeit der Schadstoffe zu begrenzen z. B. durch Sorption, pH-Einstellung oder Veränderung der chemischen Bindungsform wie Einbindung in kristalline Phasen. Der Grad der Stabilisierung wird durch Elutionstests, Sorptions-, Diffusions- und Verflüchtigungsuntersuchungen ermittelt. Im günstigsten Fall wird der Schadstoffaustritt unterbunden (Immobilisierung), zumindest aber minimiert (Demobilisierung).

Die Verfestigung beschreibt ein Verfahren, bei dem ein Bindemittel (Zement, Kalk, Wasserglas, Gips, Ton, Braunkohlenflugaschen, organische / bituminöse Binder, Thermoplaste) dem Abfallmaterial (Böden, Schlämme, Bauschutt, Stäube etc.) zugemischt wird, um ein mechanisch festes Produkt zu erhalten. Die zugehörigen Untersuchungsmethoden entstammen zumeist der Bodenmechanik und Bauphysik (Festigkeit, Durchlässigkeit, Temperatur- und Feuchtebeständigkeit). Der Begriff Einbindung beschreibt die wirkenden Mechanismen für die Stabilisierung bzw. Immobilisierung. Die Art der Einbindung wird durch physikalische (z. B. elektronenoptische, röntgenographische) und chemische (z. B. sequentielle Extraktionen, Desorptionsversuche) Untersuchungsverfahren ermittelt. Grundsätzlich werden die Schadstoffe durch Immobilisierungsverfahren nicht zerstört.

Das kontaminierte Material wird nach der Immobilisierung in Schalungen gefüllt, vor Ort eingebaut, in Formkörper gepresst (Monolithe) oder pelletiert. Auf diese Weise sollen die spezifische Oberfläche, die Wasserdurchlässigkeit, die Eluierbarkeit und Löslichkeit, sowie die Staubbildung vermindert bzw. verhindert werden. Gleichzeitig wird so eine Konditionierung fließfähiger Stoffe und die Verbesserung der Druckfähigkeit bewirkt.

Einsatzbereiche für Immobilisierungsverfahren im Rahmen der Altlastensanierung sind insbesondere feinkörnige Böden, Mischkontaminationen, geringe bis mittlere organische bzw. geringe bis hohe anorganische Kontaminationen bei wenig sensiblen Nutzungen (z. B. Gewerbegebiet). Immobilisierungsverfahren kommen überwiegend bei Schwermetallkontaminationen zum Einsatz. Die Böden werden in der Regel vorbehandelt (gebrochen, klassiert) und die Bindemittel inkl. der Zuschlagstoffe aufbereitet. Schließlich werden beide Fraktionen dosiert, gemischt, geformt, sowie ggf. temperiert und ausgehärtet.

Spezielle Produkthanforderungen sind:

- a) die mechanischen Eigenschaften, hier: Durchlässigkeitsbeiwert k_f ca. $5 \cdot 10^{-9}$ m/s (Triaxialzellenversuch nach DIN 18130), einaxiale Druckfestigkeit q_u ca. 2,5 MN/m² (DIN 18136), Zerfallsbeständigkeit bei Lagerung unter Wasser, Zerfallsziffer $\leq 2\%$ (n. ENDELL); sowie
- b) das Auslaugverhalten (meist nach DIN 38 414-S4 am unzerstörten Probenkörper; gem. TA Abfall, Teil 1, Anhang H).

Die chemische Begleitanalytik richtet sich nach dem Schadstoffinventar und der beabsichtigten Verwendungsart. Da die Techniken lediglich Sicherungsfunktionen übernehmen und keine Schadstoffzerstörung bewirken, muss das wiedereingebaute Produkt Langzeitbeobachtungen unterzogen werden.

Bei Sicherungsmaßnahmen mit Wiedereinbau am Standort können Eignungsprüfung und Qualitätssicherung als Mindeststandard in Anlehnung an die TA Abfall und die LWA-Materialien 1/94 durchgeführt werden. Abhängig vom Einzelfall werden hier jedoch weitergehende Prüfungen empfohlen. Da die Langzeitbeständigkeit von Immobilisierungsprodukten noch nicht hinreichend bekannt ist, sollten diese bei Wiedereinbau oder Verbleib auf dem Standort zusätzlich mit einer Oberflächenabdichtung gesichert werden.

74.1.2 Kostenermittlung

74.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Immobilisierung on-site	t	m ³
Immobilisierung off-site	t	
Einbindung in Asphaltmischgut	t	

Leistungsbereich 74-10-00 *		IMMOBILISIERUNG (ON-SITE/OFF-SITE) *	
BASISKOSTEN BEHANDLUNG			
ON-SITE		OFF-SITE	
kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K [€/t]	kontaminierte Masse MK [t]	Kostenansatz K [€/t]
< 1.000	102,00	< 1.000	#
1.001 - 2.500	92,00	1.001 - 2.500	41,00
2.500 - 5.000	87,00	2.500 - 5.000	#
> 5.000	82,00	> 5.000	#
SCHADSTOFFE / KONTAMINATION			
Schadstoffe	Schadstoffanteil (mg/kg)	Variable fK	
MKW	> 15.000	#	
PAK	#	#	
PCB	#	#	
Phenole	#	#	
Zuschlag für hochkontaminierte Materialien ZK		#	

SANIERUNGSZIEL	
Ziel der Sanierung / Weiterverwendung des Bodens	Variable fZ
offener Wiedereinbau des verfestigten Materials	#
gesicherter Wiedereinbau des verfestigten Materials	1,0
BODENART / KONSISTENZ	
Zuschlag für staubförmige Materialien ZS [€/t]	#
Zuschlag für pastöse/flüssige Materialien ZP [€/t]	#
Kosten LB 74-10-00 = ZB [€] + MK [t] x K [€/t] x fK x fZ x ZS [€/t] x ZP [€/t] = _____ €	

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

74.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Bodenaushub, Erarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Leistungsbereich
Nr.**74 10 00 On-site / Off-site Immobilisierung**

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
74	11	00 Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung					
		01 Liefern und Vorhalten der Mischanlage (Zwangschargenmischer, Bindemittelsilos, Wasserbehälter, Computerleitstand)	psch.			10.225,84 *	
74	12	00 Immobilisierung on-site					
		01 Grundpreis Bodenbehandlung	t			92,03 *	
		101 - 1000 t				x 1,1 *	
		1.001 - 2.500 t				x 1,0 *	
		2.501 - 5.000 t				x 0,95 *	
		> 5.000 t				x 0,9 *	
		Zulagen zum Behandlungspreis:					
	02	Verfestigung von pastösen/flüssigen Materialien		#	#	#	0
	03	Verfestigung von staubförmigen Materialien		#	#	#	0
	04	Behandlung unter Vollschutzbedingungen		#	#	#	0

LB-AF Leistungsbereich

Nr.

74 10 00 On-site / Off-site Immobilisierung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Anteil an organischen Schadstoffen (verfahrensspezifisch) Schadstoffgehalt mg/kg TS MKW PAK(EPA) PCB Phenole <15.000 # # # A >15.000 # # # B		#	#	#	0
06	Sanierungsziel (exemplarisch) Schadstoffgehalt < µg/l* Arsen 10 Blei 40 Cadmium 2 Chrom (ges.) 30 Kupfer 50 Nickel 50 Quecksilber 0,2 Zink 100 Phenolindex 10 * Z 1.1-Wert der LAGA-Liste		#	#	#	0
07	Bodenmaterial lösen, aufnehmen, laden, zur Immobilisierungsanlage transportieren, behandeln, transportieren und als Tragschicht wieder einbauen. Belastung durch Chrom, PAK, Fluorid, IR-KW	m³	16,61	141,06	77,25	4
08	Vorbehandlung und Immobilisierung des belasteten Erdstoffes mit einem geeigneten Bindemittel zu hydraulisch gebundenem Material: Aufnehmen der kornabgestuften belasteten Materialien, Zugabe von geeignetem Bindemittel (Eignungsprüfung) und Wasser in einer vom AN erprobten Rezeptur, Aufbereiten durch Mischen zu hydraulisch gebundenen Tragschicht / Unterbau. Belastung des Bodens durch Chrom, PAK, Fluorid, IR-KW	m³	5,53	43,77	26,17	5
09	Qualitätssicherung (Eigenüberwachung / Fremdüberwachung) während der Immobilisierung	psch.	#	#	#	0
74 13 00	Immobilisierung off-site					
01	Grundpreis Bodenbehandlung 10 - 100 t 101 - 500 t 501 - 1.000 t 1.000 - 2.500 t 2.501 - 5.000 t 5.001 - 10.000 t > 10.000 t Zulagen zum Behandlungspreis:	t	53,69	63,91	57,86	3
02	Verfestigung von pastösen/flüssigen Materialien		#	#	#	0
03	Verfestigung von staubförmigen Materialien		#	#	#	0
04	Behandlung unter Vollschutzbedingungen		#	#	#	0

74	10	00	On-site / Off-site Immobilisierung

- 767 / 830 -

Neben der Infiltration von Reagenzlösungen kann auch das „Mixed-in-Place-Verfahren“ (MIP) bei der Immobilisierung in-situ zur Anwendung kommen. Bei diesem Verfahren wird der kontaminierte Bereich mittels einer Dreifachschnecke unter Zugabe von einer Suspension abgebohrt. Die endgültige Homogenisierung von Boden und Suspension erfolgt beim Ziehen der Schnecke. Das Abteufen der Dreifachschnecke erfolgt im Kontaminationsbereich in Form von überschrittenen Bohrungen.

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) „Einpressarbeiten“ DIN 18309 gelten für Einpressarbeiten zum Dichten oder Verfestigen von Boden und Bauwerken (auch Erdbauwerken) und für das Füllen (Auspressen) von Hohlräumen für Verankerungen und dergleichen.

74.2.2 Kostenermittlung

74.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Liefern von Feststoffen für Einpressgut	kg	
Liefern von Lösungen und flüssigen Zusätzen für Einpressgut	l	
Einpressen von Ton, Mörtel, Wasserglas etc.	h	
Abschlüsse setzen	Stck.	
Prüfeinrichtung umsetzen	Stck.	
Durchlässigkeitsprüfung	Stck.	
Verfestigungsprüfung	Stck.	
Verlauf der Einpresslöcher prüfen	Stck.	

Leistungen bei Einpressarbeiten werden nicht nach Zeichnungen abgerechnet, sondern sind nach Maß bzw. Zeit an Ort und Stelle aufzumessen bzw. nachzuweisen.

Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 5, gilt:

- Die Einpressbetriebszeit beginnt, wenn ein Durchfluss oder ein Druckanstieg gemessen wird. Sie endet bei Erreichen des vereinbarten Enddrucks und / oder der vereinbarten Einpressmenge. Unterbrechungen des Einpressens, die zum Beseitigen von Störungen oder Verstopfungen nötig waren, werden bis zur Dauer von jeweils 15 Minuten bei der Berechnung der Betriebsstunde nicht abgezogen.
- Die Prüfung der Durchlässigkeit beginnt, wenn der vereinbarte Prüfdruck erreicht wird, und endet mit der vereinbarten Prüfdauer.
- Einpress- und Verfüllgut wird nach verpresster Menge abgerechnet.

Leistungsbereich 74-20-00 *	IMMOBILISIERUNG (IN-SITU) *	
BASISKOSTEN BEHANDLUNG		
kontaminierte Menge MK [m³]	Kostenansatz K [€/m³]	
< 100	#	
101 – 500	#	
> 500	#	
Z U L A G E N		
Baustelleneinrichtung ZB [€]	#	
Einpressen mittels Doppelpacker ZD [€/m³]	#	
Kosten LB 74-20-00 = MK [m³] x K [€/m³] + MK [m³] x ZD [€/m³] + ZB [€] = _____ €		

* Daten für Kostenmodul aus LB 1997 / 1998

74.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-00-00	Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 34-00-00	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 70-00-00	Oberflächenabdeckung
LB 71-00-00	Oberflächenabdichtung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

74 20 00 In-situ Immobilisierung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
74 21 00	Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung					
01	Liefern und Vorhalten der Einpressanlage und Einpressgeräte (Vorratsbehälter, Dosierer, Mischer, Einpresspumpen, Messeinrichtungen)	psch.	#	#	#	0
74 22 00	Immobilisierung in-situ					
01	Durchführung von Einpressversuchen		#	#	#	0
02	Liefern von Einpressgut		#	#	#	0
	Ton		#	#	x #	
	Zementmörtel		#	#	x #	
	Tonzement		#	#	x #	
	Wasserglas		#	#	x #	
	Kunstharz		#	#	x #	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

74 20 00 In-situ Immobilisierung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
03	Einpressgut zur Hohlraumverfüllung einpressen		#	#	#	0
	Injektionsmenge:					
	1 - 10 m ³		#	#	x #	
	11 - 50 m ³		#	#	x #	
	51 - 100 m ³		#	#	x #	
	101 - 250 m ³		#	#	x #	
	251 - 500 m ³		#	#	x #	
	501 - 1000 m ³		#	#	x #	
	> 1000 m ³		#	#	x #	
04	Einpressverfahren:		#	#	#	0
	Rammlanze		#	#	x #	
	Einpressrohr		#	#	x #	
	Einfachpacker		#	#	x #	
	Doppelpacker		#	#	x #	
05	Einpressen des Gutes als		#	#	#	0
	Emulsion		#	#	x #	
	Suspension		#	#	x #	
	Paste/Mörtel		#	#	x #	
06	Immobilisierung durch MIP-Verfahren		#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

80 Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung

Dieser Leistungsbereich beschreibt Verfahren zur Aufbereitung von Baustoffen aus dem selektiven Rückbau sowie zur Aufbereitung von Böden. Darunter werden auch Leistungen verstanden, die zur Konditionierung von Böden und Bauschutt im Vorfeld der chemisch-physikalischen, thermischen und biologischen Behandlung erforderlich werden. Die Aufbereitung schadstoffbelasteter Materialien erfolgt ebenso zur Vorbehandlung im Zuge der Abfallbeseitigung durch Ablagerung.

Bei Rückbaumaßnahmen im Rahmen des Flächenrecyclings stellt die mineralische Stofffraktion wie z. B. Bodenaushub, Beton- und Ziegelbruch den größten Anteil an verwertbaren Bauabfällen dar. Ziel der Baustoffaufbereitung ist es, einen geschlossenen Baustoffkreislauf zu erreichen. Dies kann durch das stoffliche Recycling oder durch das Materialrecycling erfolgen.

In Anlehnung an die VOB Teil C kann in der Ausschreibung die Forderung zur Verwendung oder Mitverwendung von wiederaufbereiteten (Recycling-) Stoffen festgelegt werden (VOB / C Absatz 0.2.9). Die Gleichwertigkeit von wiederaufbereiteten (Recycling-) Stoffen zu Primärrohstoffen kann durch Eignungsnachweise (Güteüberwachung) nachgewiesen werden (vgl. VOB / C Absatz 2.1.3).

Beim stofflichen Recycling wird das ursprüngliche Materialgefüge der mineralischen Baustoffe durch mechanische Zerkleinerung zerstört. Durch verschiedene Arbeitsschritte werden die Materialien zu Sekundärbaustoffen aufbereitet und als möglichst hochwertiges Substitut für Primärrohstoffe eingesetzt. Die im Bauwesen verwendeten Massenbaustoffe wie Sand, Kies, Splitt oder Schotter im Straßen- und Wegebau, Erd- oder Tiefbau sollen durch Recyclingbaustoffe ersetzt werden. Gestützt wird dieser Trend durch Wirtschaftsverbände der Bauindustrie, vertreten durch den Kreislaufwirtschaftsträger Bau e. V. (KWTB). Dem stofflichen Recycling werden hier auch die Verfahren zur Aufbereitung von Bodenaushub zugeordnet, da die Aufbereitungstechniken den Verfahren für mineralische Abbruchmaterialien weitestgehend entsprechen.

Neben dem stofflichen Recycling gewinnt das Materialrecycling und die Aufbereitung von Bauteilen aus dem Rückbau zunehmend an Bedeutung. Beim Materialrecycling werden bestehende Bauelemente (z. B. Betonplatten, Holzbalken, Stahlträger) zerstörungsfrei ausgebaut, um sie in ähnlicher oder veränderter Form einer weitergehenden baulichen Nutzung zuzuführen.

In Abhängigkeit von den geforderten Güteeigenschaften müssen Recyclingbaustoffe entsprechend den jeweiligen Technischen Regelwerken und Richtlinien folgende Anforderungen erfüllen:

- Bautechnische Anforderungen
(Einhaltung der stofflichen und technischen Eigenschaften entsprechend den gültigen Regelwerken)
- Umweltverträglichkeit
(Einhaltung der umwelttechnischen Anforderungen)

Die Technischen Regeln der LAGA „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen“ in der vorliegenden Fassung von 1997 stehen mit dem Bodenschutzrecht nicht mehr in Einklang. An einer Neuregelung der Technischen Regeln wird gearbeitet. Für den Zeitraum bis zum Vorliegen einer entsprechenden Regelung sind Entscheidungen im Vollzug auf der Grundlage der aktuellen Rechtslage (u. a. Vorsorgeanforderungen nach BBodSchV) zu treffen. Das Abgrenzungspapier Bodenschutz / Altlasten, der allgemeine Teil der LAGA M 20 sowie das Konsenspapier „Verfüllung von Abgrabungen“ sind Unterlagen, die bei Vollzugsentscheidungen hinzuzuziehen sind.

Der Bundesverband der Deutschen Baustoff-Recycling-Industrie e.V. hat mit der „Richtlinie für die Verwendbarkeit von rezyklierten mineralischen Bauprodukten“ die technischen Einsatzfelder von Recycling-Baustoffen im Straßen- und Betonbau unter Berücksichtigung der derzeit geltenden umweltrechtlichen Regeln und Grenzwerte dokumentiert. Die Richtlinie definiert die Anforderungen bezüglich Aufbereitung, Lagerung, Bautechnische Eigenschaften und Umweltverträglichkeit an güteüberwachte Recycling-Baustoffe. Länderspezifische Regelungen sind im Einzelfall zusätzlich zu berücksichtigen.

Zur gesetzlichen Regelung des Einsatzes von Abfällen zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen ist derzeit eine Deponieabfallverwertungsverordnung in Vorbereitung (Entwurf Stand 6/2004).

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für beide Teilleistungsbereiche zusammenfassend dargestellt.

Literatur

Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

DAfStb – Richtlinie, Beton mit rezykliertem Zuschlag, Hrgs: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH, Berlin – 1998.

DIN EN 206-1: Beton, Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität.

DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung.

DIN 4226-1: Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel, Teil 1: Normale und schwere Gesteinskörnungen.

DIN 4226-100: Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel, Teil 100: Rezyklierte Gesteinskörnungen.

Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr VI A 3-32-40/45- v. 9.10.2001: Anforderungen an die Güteüberwachung und den Einsatz von Hausmüllverbrennungsaschen im Straßen- und Erdbau.

Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr VI A 3-32-40/45- v. 9.10.2001: Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus industriellen Prozessen im Straßen- und Erdbau.

Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr VI A 3-32-40/45- v. 9.10.2001: Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus Bautätigkeiten (Recycling-Baustoffe) im Straßen- und Erdbau.

Gem.RdErl. d. Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr VI A 3-32-40/45- und des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- v. 9.10.2001: Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau.

Grundsätze für die umweltverträgliche Verwendung und Wiederverwendung von Straßenbaustoffen – GuVVS, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1991.

Merkblatt für die Herstellung von Trag- und Deckschichten ohne Bindemittel, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1995.

Merkblatt für die Lieferung von Asphaltgranulat, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 2000.

Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1998.

Merkblatt über Analyseverfahren für die Untersuchung von güteüberwachten mineralischen Stoffen für die Verwendung im Straßen- und Erdbau. Ministerium für Verkehr, Energie und Landesplanung des Landes NRW, Stand: 16.10.2002.

Merkblatt zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1998.

- RAL-RG 501/1, Recycling-Baustoffe für den Straßenbau, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt Augustin, 1999.
- RAL-RG 501/2, Aufbereitung zur Wiederverwendung von kontaminierten Böden, Bauteilen und Mineralstoffen, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt Augustin, 1998.
- RAL-RG 501/4, Aufbereitung zur Wiederverwendung bindiger, nicht kontaminierter Böden, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt Augustin, 1998.
- Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen – RStO 86, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1989.
- Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus bei der Erneuerung von Verkehrsflächen – RStO-E, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Entwurf 1991.
- Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau – RG Min-StB 93, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1993.
- Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau – RuA-StB 2001, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 2001.
- Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau – RAP Stra, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1998.
- Technische Lieferbedingungen und Richtlinien für aufbereiteten Straßenaufbruch und Bauschutt zur Verwendung im Straßenbau in Bayern, Bekanntmachung der obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, vom 17.11.1992, Nr. II D 9 / II E 6 – 43437 – 001/92, 1992, geändert durch gemeinsame Bekanntmachung der obersten Baubehörde und des Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 31.12.1995 Nr. II D 9-434337-001/90 und 11/3-8754-005/91.
- Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau – TL Min-StB 2000, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 2000.
- Technische Prüfverfahren für Boden und Fels im Straßenbau – TP BF-StB, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.
- Technische Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau – TP Min-StB, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.
- Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg über vorläufige Lieferbedingungen für aufbereiteten Straßenaufbruch und Bauschutt zur Verwendung im Straßenbau, vom 06.11.1998, GABI 716.
- Verwaltungsvorschrift für die Entsorgung von unbelasteten Erdaushub und unbelasteten Bauschutt (Erste VwV Erdaushub/Bauschutt), Hessisches Ministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit, IVA 3 –79 n 06.03.2 –122/90 – 11.10.1990.
- VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (Ausgabe 2000).
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen – ZTVA-StB 97, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1997.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt – ZTV-Asphalt-StB 94, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1998.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton – ZTV-Beton-StB 93, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1993.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken und Plattenbelägen – ZTV P-StB 2000, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 2000.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau – ZTVE-StB 94, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1997.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau – ZTVE-StB 95, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1998

Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege – ZTV-LW 99, eingeführt vom Bundesministerium für Verkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln – Ausgabe 1999

Sonstige

Arbeitsgemeinschaft Kreislaufwirtschaftsträger Bau: Monitoring-Bericht Bauabfälle, November 2001, Berlin / Düsseldorf / Duisburg.

Arbeitshilfe Kontrollierter Rückbau, Kontaminierte Bausubstanz – Erkundung, Bewertung, Entsorgung, Bayerische Landesamt für Umweltschutz, Oktober 2003.

Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings, Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz MALBO Band 9, Hrsg. Landesumweltamt NRW, Düsseldorf, 1999.

Arbeitshilfen Recycling. Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Bauabfällen bei Planung und Ausführung von baulichen Anlagen. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen – 1998.

BGI 716, BG-Information „Bauschuttrecycling – Sicherheit und Gesundheitsschutz“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

BGR 217, BG-Regel „Umgang mit mineralischem Staub“, Ausgabe Januar 2002, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften HVGB.

Heuser, B.: Bauschuttrecycling am Beispiel der Großbaustelle Airport 2000plus, in Umweltpraxis 4/2002, S. 19-21.

Informationsdienst des Management-Centers Baustoff-Recycling Berlin: RC-News, monatliche Informationsschrift.

Krämer, R.: Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Bauschuttrecycling, in Tiefbau 8/2000, S. 487-499.

Richtlinie zur umweltverträglichen Verwertung von Bodenaushub und Bauschutt, erstellt vom Bayrischen Industrieverband Steine und Erden e.V.

Schrader, M.; Müller A. und J.; Krone, M.: Bergung historischer Baumaterialien zur Wiederverwendung, anderweit Verlag GmbH, Suderburg.

Schulz, I.: Arbeitshilfe pro-Recycling – Einsatz güteüberwachter Recycling-Baustoffe, Hrsg. Bundesvereinigung Recycling Bau e.V., Berlin, 2001.

Sicherheitscheck Recyclinganlagen Gefährdungsbeurteilung nach § 5 (1) des Arbeitsschutzgesetzes (SC 7 8/97-500), Steinbruchs-Berufsgenossenschaft.

Zentralverband des Deutschen Baugewerbes: Umweltgerechter und kostensparender Umgang mit Bauabfällen, ZDB-Leitfaden, 1997.

Information über Leistungsanbieter

Auf der Homepage des Baustoff-Recycling Verbandes (www.recycling-bau.de) können über eine Suchmaske Fachbetriebe bundesweit recherchiert werden.

Im Unternehmerverband „Historische Baustoffe“ e.V. (UHB) haben sich 41 Unternehmen zusammengeschlossen, um die Wiederverwendung historischer Baustoffe zu fördern. Die Homepage des UHB enthält u. a. eine Liste dieser Fachfirmen (www.historische-baustoffe.de).

80.1 Stoffliches Recycling - Aufbereitungsverfahren für mineralische Bauabfälle

80.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Verwertung von Bauschutt, Straßenaufbruch und Bodenaushub im Rahmen des stofflichen Recyclings erfordert eine mechanische Aufbereitung mit einem hohen Einsatz an Maschinenteknik, wobei der grundlegende Verfahrensablauf die Arbeitsschritte

- Zerkleinerung,
- Klassierung und
- Sortierung

enthält. Die Aufbereitungstechnologie unterscheidet mobile, semimobile und stationäre Anlagen.

Für die Aufbereitung von Baustoffen aus dem Rückbau ist bereits der recyclinggerechte Rückbau bzw. Ausbau von großer Bedeutung. In der „Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings“, erschienen als MALBO Band 9 des Landesumweltamtes NRW, wird die Entwicklung von recyclinggerechten Rückbaukonzepten unter Zugrundlegen eines exemplarischen Zielsystems für die Bewertung und Auswahl von Abbruchtechniken beschrieben. Neben der technischen Machbarkeit, dem Emissions- und Arbeitsschutz sowie der Wirtschaftlichkeit stellt das abfallwirtschaftliche Verwertungspotential eine wesentliche Zielsetzung der Rückbauplanung dar. Die Arbeitshilfe gibt Hinweise zur Auswahl geeigneter Rückbautechniken, mit denen eine optimale Verwertungsrate der abgebrochenen Bausubstanz erreicht werden kann.

Die „Arbeitshilfe Kontrollierter Rückbau“ des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (2003) legt den Schwerpunkt auf die Beschreibung qualifizierter Beprobungstechniken und Strategien zur Erkundung schadstoffbelasteter Bausubstanz. Darüber hinaus werden Hinweise zu relevanten Regelwerken, häufig auftretenden Schadstoffen in der Bausubstanz sowie zu verschiedenen Techniken zur Schadstoffabtrennung gegeben.

Für Recyclingbaustoffe minderer Qualität (Downcycling), wie z. B. Schottertragschichten im Wegebau, beschränkt sich die Aufbereitungstechnik im Wesentlichen auf das Zerkleinern, die Abscheidung von Eisenmetallen sowie die manuelle Sortierung von Störstoffen. Die Produktion von höherwertigen Recyclingbaustoffen, wie z. B. RCL-Beton und Füllsande für den Rohrleitungsbau, erfordert eine aufwendigere Anlagentechnik und umfangreiche Qualitätssicherungsmaßnahmen.

80.1.1.1 Aufbereitung kontaminierter Materialien

Die Aufbereitung kontaminierter mineralischer Baustoffe erfolgt überwiegend im Vorfeld der mikrobiologischen, chemisch-physikalischen oder thermischen Behandlung. Dabei werden die Materialien durch Brechen und Sieben auf eine für die gewählte Behandlungsart geeignete Korngröße konditioniert.

Bei der Aufbereitung zur Vorbehandlung im Zuge der Abfallbeseitigung durch Ablagerung wird dem kontaminierten Material nach Durchlaufen der Aufbereitungsanlage (Sieb, Brecher) z.B. gemahlene Braunkohle, hydraulische Bindemittel und Wasser zugegeben. Nach Aushärten der geformten Blöcke kann das Material ohne Gefahr einer weiteren Schadstofffreisetzung auf Deponien abgelagert werden.

Ebenso können mit Schadstoffen hochbelastete Feinstanteile durch Siebung vom Ausgangsmaterial abgetrennt und auf einer Sonderabfalldeponie beseitigt werden. Für das infolge der Aufbereitung nur noch gering belastete Ausgangsmaterial kann damit z.B. eine Verwertung im Rahmen von Deponiebaumaßnahmen ermöglicht werden.

Bei der Aufbereitung von Straßenaufbruch ist vorab eine Untersuchung auf teer- / pechhaltige Substanzen durchzuführen. Bei Vorhandensein teer- / pechhaltiger Anteile sind bei der Aufbereitung besondere Schutzmaßnahmen vorzusehen (Staubniederschlagung, Atemschutz, Hautschutz etc.). Teer- / pechhaltiger Straßenaufbruch darf nach der Aufbereitung nur in Kaltbauweise eingebaut werden.

Asbesthaltige Produkte und künstliche Mineralfasern z. B. aus Isoliermatten müssen vor der Aufbereitung von den Baurestmassen separiert werden, da sie beim Brechen und Sieben gesundheitsgefährliche Fasern freisetzen können. Da trotz Separierung meist Reste von Künstlichen Mineralfasern und asbesthaltigen Materialien im Bauschutt zu finden sind, sind die Aufbereitungsaggregate (Brecher, Siebanlagen) zur Staubniederschlagung mit einer kontinuierlichen Wasserbedüsung auszustatten. Zur Zerkleinerung von Bauschutt mit asbest- und KMF-haltigen Anteilen sollten Backenbrecher eingesetzt werden. Prallmühlen führen zur einer stärkeren Staubentwicklung und damit zu einer erhöhten Gesundheitsgefährdung.

Die bei der Aufbereitung kontaminierter Baustoffe zu berücksichtigenden besonderen Anforderungen an die organisatorischen, technischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen werden im Leistungsbereich Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz LB 22-00-00 beschrieben.

80.1.1.2 Verfahrenstechnische Abläufe

Vorzerkleinerung und Vorsortierung am Objekt

Beim kontrollierten Rückbau kann eine Zerkleinerung und Sortierung der unterschiedlichen mineralischen Baustoffe (Beton, Straßenaufbruch, Ziegel, Natursteine, Mörtel etc.) durch gezieltes Abgreifen, Stemmen, Pressschneiden, Scherschneiden oder Demontieren bereits unmittelbar am Objekt durchgeführt werden. Dabei werden Störstoffe wie Holz, Metall und Kunststoff soweit wie möglich abgetrennt. Die o. g. Verfahren werden in der Praxis mittels manuell geführter Maschinen wie Presslufthammer, Schneidbrenner sowie Bagger mit speziellen Greif- und Zerkleinerungswerkzeugen durchgeführt.

Die Vorsortierung zur Aufbereitung von Böden erfolgt während des Bodenaushubs durch Trennung der bindigen und der nicht bindigen Fraktion. Störstoffe wie Fundamentreste, Kunststoff, Holz und sonstige Bauabfälle sind dabei zu entfernen. Bei kontaminierten Böden ist die Notwendigkeit einer Trennung von bindigen und nicht bindigen Fraktionen von dem angestrebten Verwertungsweg abhängig und im Einzelfall mit dem Aufbereitungsunternehmen abzustimmen. Die Aufbereitung bindiger Böden erfordert eine deutlich aufwändigere Verfahrenstechnik (Zugabe von Bindemitteln, mineralischen oder organischen Zuschlagstoffen).

In der folgenden Übersicht sind die zur Vorzerkleinerung und Vorsortierung eingesetzten Geräte und Maschinen zusammengestellt.

Aufbereitung von mineralischen Abbruchabfällen		Aufbereitung von Böden	
Abbruch-Schrottschere	Trennen von Stahlkonstruktionen	Siebschaufel	Sieben und Sortieren unterschiedlicher Körnungen
Abbruch-Sortiergreifer	Abbrechen, Sortieren, Verladen, Komprimieren und Graben	Drehtrommel	Sieben, Mischen, Zerkleinern trockener, nasser und bindiger Materialien
Betonbrecher	Zerquetschen und Brechen von Beton und Stahlbeton	Sortiergreifer	Sortieren, Verladen, Komprimieren
Holzschere	Trennen von Holzkonstruktionen		
Hydraulikhammer	pneumatisch oder hydraulisch angetriebener Meißel		

Zerkleinerung

Die Zerkleinerung von vorsortierten und ggf. klassierten Baureststoffen dient der Erzeugung definierter abgestufter Körnungsbereiche mit minimalem Über- und Feinkornanteil. Die Erzeugung einer möglichst gedrunenen Kornform ist Voraussetzung für eine gute Verarbeitbarkeit bei konstant hoher Festigkeit des Einzelkorns. Bezüglich des Korngrößenbereichs ist eine Klassifizierung in „Brechen“ (grob) und „Mahlen“ (fein) üblich.

Beim Baustoffrecycling kommen vorrangig Backenbrecher und Prallbrecher unterschiedlicher Bauarten zum Einsatz (s. folgende Übersicht).

Parameter	Prallbrecher	Backenbrecher	Schlagwalzenbrecher
Zerkleinerungsart	Prall	Druck	Schlag, Prall
Zerkleinerungsverhältnis	1:20	1:6	1:7
Zulässige Feuchte	< 8 %	< 5 %	< 15 %

Klassierung

Klassierung ist die Trennung vorsortierter Baureststoffe nach ihrer Größe. In Abhängigkeit vom Verfahrensablauf werden Klassieranlagen sowohl vor der Zerkleinerungseinheit als Vorabscheider als auch nach der Zerkleinerung zur Absiebung gebrochenen Materials definierter Körnung eingesetzt.

Bei der Vorabsiebung wird das Material von den Aufgabebunkern auf ein- bzw. mehrstufige Vorabscheider gegeben. Hier werden vorwiegend die Fraktionen 45 – 200 mm bzw. 45 – 300 mm abgetrennt.

Bei der Zwischen- und Produktsiebung werden in der Regel Schwingsiebe, Spannwellensiebe und Trommelsiebe eingesetzt. Sie ermöglichen eine Abtrennung der Fraktionen < 45, < 35 oder < 10 mm.

In der folgenden Übersicht sind die zur Vorzerkleinerung und Vorsortierung eingesetzten Geräte und Maschinen zusammengestellt.

Vorabsiebung		Zwischen- und Produktsiebung
Stangenroste (Sizer)	Klassierung und Transport	Schwingsieb
Rollenroste	Lockerung, Umwälzung und Transport	Spannwellensieb
		Trommelsieb

Sortieren

Eine Sortierung erfolgt häufig als zusätzliche Qualitätsstufe, bei der eine Abtrennung von wertstoffmindernden Fremd- und Störstoffen vom Produktstrom erfolgt. Verfahrenstechnisch erfolgt dies durch manuelle Handsortierung und Magnetabscheidung sowie ergänzend durch die mechanische Windsichtung und die Sedimentation.

Die manuelle Sortierung erfolgt bei der Eingangskontrolle, an den Aufgabeeinrichtungen der Brecheranlage und ggf. vor der Absiebung. Die Magnetabscheidung Fe-haltiger Materialien erfolgt überwiegend mit Überbandmagnetabscheidern, die der Brechereinrichtung nachgeordnet sind. Seltener im Einsatz sind Permanent- und Trommelmagnete.

Bei der Windsichtung (Trockenreinigung) werden nicht mineralische Bestandteile entsprechend ihrer Wichte abgeschieden. Prinzipiell werden drei Verfahrensvarianten unterschieden:

- Sichtung im freien Fall in einem Sichterrohr im Gegenstrom
- Ausblasen der spezifisch leichteren Fremdstoffe in einer geschlossenen Sichteinheit (Querstromsichtung)
- Absaugen der Fremdstoffe von einer Rinne mit Unterstützung einer Querströmung

Bei der Sedimentation werden Stör- und Fremdstoffe aufgrund ihrer unterschiedlichen Dichte im Wasserbad voneinander getrennt. Die Sinkgeschwindigkeit der Partikel ist dabei vom Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen abhängig. Spezifisch leichtere Stoffe (z. B. Holz, Kunststoff, Papier, Leichtbaustoffe etc.) schwimmen an der Wasseroberfläche auf. Teilchen mit einer Dichte $> 1\text{g/cm}^3$ (mineralische Fraktion, Glas, Keramik) sinken ab und fallen als Produkt an.

80.1.1.3 Verwertungs- und Vermarktungsmöglichkeiten für aufbereitete Baustoffe aus dem stofflichen Recycling

Die Haupteinsatzgebiete für Recycling-Baustoffe sind der Straßenbau, Garten- und Landschaftsbau sowie diverse Erdbauanwendungen. Dabei werden Recycling-Baustoffe als Substitute für Primärbaustoffe eingesetzt. Zunehmend bietet auch der Betonbau Verwendungsmöglichkeiten für rezyklierte Abbruchmaterialien. Nachfolgend sind beispielhaft Verwertungsmöglichkeiten für mineralische Bauabfälle zusammengestellt.

Baustoff	Verwertung
Asphalt (bituminös)	Asphalttragschichten
Beton	Garten- und Landschaftsbau
	Hoch- / Tiefbau Sauberkeitsschicht unter Fundamenten, Unterbeton für Auffüllungen / Hohlraumfüllungen,
	Straßenbau Pflasterbettung und Betonsteinpflaster, Frostschutzschichten, ungebundene / hydraul. gebundene Tragschichten, Zuschlag für Betonfahrbahndecken
Bodenaushub	Damm- und Verfüllbaustoffe, Bodenaustausch / -verfestigungen, Verfüllung im Kanal und Leitungsbau
Kalksandstein (-mauerwerk)	ungebundene Tragschichten im Straßenbau, RC-Zuschlag für Beton DIN 1045
Ziegel (-mauerwerk)	Substrate für Dachbegrünung, Boden- und Baumsubstrate, Schotterrasen, Sportplatzbau (Beläge, Tragschichten)

Neben der Andienung der mineralischen Abbruchmassen an eine Aufbereitungsanlage off-site, stellt der Einsatz einer mobilen oder semimobilen Aufbereitungsanlage on-site mit direktem Einbau des aufbereiteten Materials insbesondere bei großen Rückbau- und Sanierungsmaßnahmen eine ökonomische Verwertungsmöglichkeit dar.

Vermarktungsmöglichkeiten für Sekundär-Baustoffe (An- und Verkäufe) bieten sich in zunehmendem Masse in zentralen Baustoffbörsen im Internet (www.alois-info.de) wie auch über die Homepages gewerblicher Unternehmen. Weiterführende Internetadressen sind im Kapitel „Weitere Links in das WWW“ zusammengestellt.

80.1.2 Kostenermittlung

80.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Fläche für Baustoffaufbereitung		
herstellen und rückbauen	m ²	
unterhalten und betreiben	Wo	d
Mobile Brecheranlage		
liefern, installieren, abbauen	Stck.	
unterhalten und betreiben	Wo	d
Bauschutt brechen	t	m ³
Böden fraktionieren mittels Siebanlagen, Siebschaufel	t	m ³
Zusatzstoffe für Bodenkonditionierung liefern	t	kg
Bodenkonditionierung / -homogenisierung	m ³	t

80.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 35-00-00	Straßen, Wege, Plätze
LB 40-00-00	Dekontamination im Rahmen des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage haustechnischer Anlagen
LB 43-00-00	Demontage nutzungsspezifischer Anlagen
LB 44-00-00	Demontage produktionsspezifischer Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
80 10 00 Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
80 11 00	Einrichten einer Fläche zur Baustoffaufbereitung					
01	Aufbereitungsplatz herrichten	Stck.	2.300,81	7.101,28	4.055,62	7
02	Zerkleinerungsfläche für Bauschutt herstellen, vorhalten und entfernen, Fläche 4x4 m, aus Stahlplatten min. d = 10 mm, Schotterschicht und Geotextil	m²	19,10	118,12	54,29	6
03	Herstellen und Rückbauen eines befestigten Wasch- und Zerkleinerungsplatzes bestehend aus wasserundurchl. Betonplatte und allen erforderlichen Einrichtungen zur Ableitung des kontaminierten Wassers inkl. Frostsicherung	m²	30,16	94,91	51,01	11
04	Unterhalten, Betreiben und Reinigen des Wasch- und Zerkleinerungsplatzes	Wo.	4,76	511,29	235,26	11
80 12 00	Aufbereitung von Baustoffen aus Rückbaumaßnahmen					
	Liefern, Installieren und Abtransport mobiler Anlagen					
01	Mobile Brecheranlage (Kniehebel- oder Backenbrecher) mit Schütttrichter und Metallabscheider, zu erreichende Körnung 125 mm, liefern, installieren und Abtransport	Stck.	255,64	33.984,52	2.119,55	53
02	Mobile Brecheranlage zur Aufbereitung von Abbruchmaterialien, zu erreichende Körnung 0 - 56 mm, Durchsatzleistung $\geq 25 \text{ m}^3/\text{h}$, liefern, installieren und Abtransport	Stck.	766,94	20.352,23	4.239,38	11
03	Mobile Schreddermaschine mit Befeuchtungsanlage liefern frei Baustelle, bereitstellen und abbauen	Stck.	2.556,46	3.196,13	2.876,30	2
04	Aufbereitungsgeräte transportieren	Stck.	2.152,74	52.663,06	13.463,71	7
05	Aufbereitungsanlage umsetzen	Stck.	835,65	7.101,28	2.320,06	7
	Vorhalten und Betreiben mobiler Anlagen (nach Zeit)					
06	Mobile Brecheranlage (Kniehebel- oder Backenbrecher) mit Schütttrichter und Metallabscheider, Körnung 0/125 mm, vorhalten und betreiben	Wo.	0,51	5.794,80	628,84	38
07	Mobile Brecheranlage zur Aufbereitung von Abbruchmaterialien, Körnung 0/56 mm, Durchsatzleistung $\geq 25 \text{ m}^3/\text{h}$, vorhalten und betreiben	Wo.	29,08	978,24	201,28	9
08	Aufbereitungsanlage vorhalten	Wo.	269,09	10.826,61	4.072,98	7
	Vorhalten und Betreiben mobiler Anlagen (nach Durchsatz)					
09	Mobile, schallgedämpfte, gekapselte Brecheranlage, mit Magnetabscheider vorhalten und betreiben	t	3,58	12,54	6,55	5
10	Wände, Bodenplatten, Decken und Fundamente abbrechen, vorzerkleinern, aufnehmen und der Brecheranlage zuführen, Brechen auf 0/200 bzw. 0/125 mm, Aussortieren von Fremdbestandteilen	t	2,75	51,02	14,46	45
	Material:					
	Beton, Mauerwerk		3,07	35,79	x 1,0	
	Stahlbeton		13,96	51,02	x 1,7	
	Schwarzdecken PAK-frei		2,75	7,06	x 0,3	
	Menge:					
	bis 1.000 t		10,59	35,79	x 1,3	
	bis 5.000 t		3,07	51,02	x 1,0	
	bis 10.000 t		2,75	7,89	x 0,4	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

80 10 00 Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11	Brechen von Bauschutt Material: Mauerwerk Beton Stahlbeton	t	2,30	19,50	8,06	7
12	Kontaminierten Betonbruch brechen auf Korngröße < 40 mm	t	1,00	50,62	3,98	50
13	Brechen von nicht kontaminierten Schottern	t			6,14 *	
14	PAK-haltige Betonprofile (Wandstärke im Mittel 0,2 m) mittels Hydraulikmeißel auf Stückgröße 0,6 x 0,6 m zerkleinern, laden, zur Verwertungsanlage transportieren und entsorgen	t	63,65	63,65	63,65	1
15	Homogenisierung von anfallenden Materialien; Zerkleinern, Brechen in gekapselter Brecheranlage einschließlich Quertransport auf der Baustelle	t			4,09 *	
16	Brechen von Stahlbeton, Beton, Mauerwerk etc. Körnung: 0/56 mm 0/200 mm	m³	0,49	51,10	7,22	76
17	Fachgerechter Ausbau von Betonteilen/ Mauerwerk (Ausbautiefe bis 5 m), lösen, zerkleinern auf Korngröße 0/100 mm, laden und auf Baufeld verfahren Mauerwerk Beton Stahlbeton	m³	15,82	107,37	45,07	18
18	Schlackenmonolithe lösen und zerkleinern (Körnung 0/200 mm)	m³	6,23	38,25	18,74	11
19	Ziegelschutt aufnehmen, zur Brecheranlage fahren, brechen auf Kornabstufung 0/45 mm, erforderlichenfalls mit Zusätzen versehen, Kornstabilität nachweisen, aufbereitetes Material aufnehmen, transportieren (300 m) und abladen	m³	13,90	15,59	14,64	4
20	Bauschutt (25% bewehrter Beton) vorzerkleinern, brechen und vorbereiten für die Behandlungsanlage (Deponierung, Immobilisierung, Konditionierung)	m³	6,50	19,74	14,13	8
80 13 00	Aufbereitung von Böden Liefern, Installieren und Abtransport mobiler Anlagen					
01	Siebanlage, mobil, an- und abtransportieren, vorhalten und unterhalten	Stck.	266,13	7.958,94	1.771,18	19
02	Vorhalten und Betreiben mobiler Anlagen: Brechen und Absieben von Bodenmaterial bzw. Auffüllung, Körnung 16/32 mm Bodenklasse Bkl. 1 - 2 Bkl. 1 - 3	m³	1,79	24,97	5,91	29
03	Schreddern von kontaminierten grobklastischem Bohraushub, Befeuchtung des Materials, unter Arbeiten unter Vollschutz, Einbringen des Materials in den Innenbereich der Abkapselungsfläche	m³	23,86	30,68	27,27	2
04	Brechen des abgetrennten Überkorns (> 30 mm)	t	2,30	2,30	2,30	1
05	Absieben von Überkorn > 40 mm	t	0,51	4,60	1,93	15
06	Absieben von feinkörnigen, verdichtungsfähigen Anschüttungsmaterialien, Zwischentransport bis zu 80 m, abgedeckt aufmieten	m³	2,56	2,56	2,56	4

LB-AF Nr. Leistungsbereich

80 10 00 Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
07	Absieben von belastetem Aushubmaterial	m³	1,50	4,59	2,78	10
08	Aufgehaldetes Material aufnehmen, zur Siebanlage transportieren, fraktionieren in Fraktionen größer/ kleiner 40 mm; abgetrennte Feinfraktion aufnehmen, transportieren und aufhalten; Grobfraktion auf LKW verladen zur externen Verwertung	m³	1,28	3,32	2,36	9
09	Kontaminierten Boden lösen, konditionieren, in das Bereitstellungslager transportieren, Schotteranteil (bis 20%) absieben und waschen, Holzanteil (bis 50%) separieren	m³	8,33	21,72	12,40	4
10	Separierung von Boden mittels Windsichter	m³	2,21	848,45	157,74	10
11	Separierung (Aussortieren von Fremdbestandteilen) von Hand	h	22,55	191,73	46,94	19
12	Bodenkonditionierung: Vermischen von Bodenchargen, deren Schadstoffgehalt einen Wiedereinbau zulassen, deren Kornzusammensetzung jedoch keine ausreichende Verdichtung erwarten lassen, mit rolligem Bodenmaterial (z.B. Fremdmaterial)	m³	1,02	9,81	3,98	9
13	Hochhydraulischen Kalk für Bodenkonditionierung liefern	t	7,58	65,83	54,12	7
14	Herstellung eines homogenen Bodengemisches (Menge > 10.000 m³)	m³	1,08	7,99	4,01	14
	mit 10%iger Kalkzugabe		1,21	7,99	x 1,0	
	ohne Kalkzugabe		1,08	7,90	x 0,9	
80 14 00	Gemeinsame Aufbereitung von Böden und Baustoffen					
	Liefern und installieren und Abtransport mobiler Anlagen:					
01	Bereitstellung Bodenwaschanlage incl. Betrieb einer Brecheranlage: Brechen, Sieben von Boden und Bauschuttanteilen (< 0,063, < 40, > 40 mm), Abtrennung Schrott / Metallteile, Wäsche mit Doppelschwertwäscher, Hydrozyklon und Aufstromklassierer, Attritionswäscher, Fällung der kontaminierten Leichtfraktion mittels Lamellernabscheider, Flotation und Entwässerung, inkl. Reinigung des Waschwassers durch Flockung/Fällung	Stck.	53.583,39	631.700,00	299.850,28	5
	Vorhalten und Betrieb mobiler Anlagen:					
02	Nasssiebung von Boden / Bauschutt mit Fraktionstrennung sowie Metallabscheider	t	0,84	61,36	25,71	8
03	Wäsche der Sand/Kiesfraktion	t	0,83	72,48	25,71	7
04	Aufbereitung der Schlufffraktion, Belastung mit Arsen/Kupfer	t	0,83	25,56	9,85	7
05	Aufbereitung der Leichtfraktion, Belastung mit Arsen/Kupfer	t	1,40	22,50	6,99	7
06	Absieben von Bestandteilen > 30 mm aus zerkleinertem Bauschutt bzw. aus Boden	m³	1,02	6,54	4,37	9
07	Fraktionieren von Boden / Bauschutt / Fremdstoffen mittels Siebschaufel, Transport zur Bereitstellungsfläche, Aufhalten	m³	6,26	8,02	7,14	2

LB-AF Nr. Leistungsbereich
**80 10 00 Baustoffaufbereitung, Konditionierung,
 Vorbehandlung**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
08	Aussortiertes Überkorn transportieren, nach Mauerwerk und Stahl sortiert ausheben, laden, transportieren und lagern in Mieten	m³	2,57	2,57	2,57	1
09	Klassifizierung / Sondersortierung von Boden und Bauschutt	t	1,00	61,40	34,14	7
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

80.2 Materialrecycling - Aufbereitung von Bauteilen und Bauelementen

80.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Das Materialrecycling kann unterschieden werden in die Aufbereitung „nur“ gebrauchter Baumaterialien und die Aufbereitung historischer Baustoffe. Als historische Baustoffe gelten Baumaterialien, Bauelemente und Bauteile, die vor 1940 produziert wurden und bereits einmal eingebaut waren (gem. Gütesiegel Original Historische Baustoffe OHB, s. Kap. 80.1.3.2).

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über Bauteile und Bauelemente, die durch eine fachgerechte Aufbereitung der Wiederverwendung in gleicher oder ähnlicher Funktion zugeführt werden können.

Stoffart	Bauteilart	
Holz	Bodenbeläge	Dielen, Parkett
	Konstruktionsholz	Fachwerk, Dachstuhlholz, Deckenbalken
	Fenster, Türen, Treppen	
Mineralische Baustoffe	Dachziegel	
	Mauerwerkziegel	
	Betonelemente	Stürze, Deckenbalken, Wand- und Deckenplatten
	Naturstein	Stürze, Treppen, Mauerwerk, Bodenplatten
Metall	Fenster, Türen, Treppen	
	Konstruktionselemente	Stützen, Träger

Mehrere Forschungsvorhaben beschäftigen sich mit den Verwendungsmöglichkeiten gebrauchter Baustoffe.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsprojektes „Rückbau industrieller Bausubstanz – Großformatige Betonelemente im ökologischen Kreislauf“ wurde an der Brandenburgisch-Technischen Universität Cottbus (BTU) ein Anwendungskatalog mit dem Titel „Plattenumbauten, Wieder- und Weiterverwenden“ erstellt. Der Katalog beschäftigt sich hauptsächlich mit der Wieder- und Weiterverwendung von gebrauchten Betonfertigteilen aus dem Plattenbau für unterschiedlichste Nutzungszwecke.

Die Forschungs- und Entwicklungsgemeinschaft Historische Baustoffe e.V. (FHB) in Freiburg beschäftigt sich mit den Möglichkeiten der Wiederverwendung von Abbruchmaterialien als historische Baustoffe im Rahmen der Denkmalpflege sowie durch den Vertrieb über gewerbliche Unternehmen. Die Ermittlung von Energierecyclingpotentialen durch die Wiederverwendung gebrauchter Baustoffe ist ein weiterer Aspekt der Forschungsarbeit.

80.2.1.1 Verwertungs- und Vermarktungsmöglichkeiten für aufbereitete Bauteile und Bauelemente

Für historische Baustoffe bestehen vielfältige Verwendungsmöglichkeiten im Rahmen der Denkmalpflege sowie durch den Vertrieb über gewerbliche Unternehmen. Im Unternehmerverband „Historische Baustoffe“ e.V. (UHB) haben sich im Jahr 1992 41 Unternehmen zusammengeschlossen mit dem Ziel, die Wiederverwendung historischer Baustoffe zu fördern. Mit der Einführung des Gütesiegels Original Historischer Baustoff (OHB-Marke) soll eine werthaltige Kennzeichnung historischer Baustoffe am Markt etabliert werden.

„Nur“ gebrauchte Bauteile und Bauelemente können bei selektivem, zerstörungsfreiem Ausbau und fachgerechter Aufbereitung ebenfalls in ihrer ursprünglichen Funktion wieder verwendet werden. Über Gebraucht-Baustoffbörsen (z.B. im Internet www.alois-info.de) ist eine Vermarktung der Materialien möglich. Ein Vermarktungsnetz über gewerbliche Unternehmen ist bislang nicht in dem Umfang vorhanden, wie es für den Vertrieb von historischen Baustoffen besteht. Ein Ziel des Unternehmerverbandes UHB ist es daher, die Entwicklung von Verwendungsmöglichkeiten für „nur“ gebrauchte Baustoffe durch die Erfahrungen im Rahmen des UHB und durch eine breite Öffentlichkeitsarbeit voranzutreiben.

Weiterführende Internetadressen sind im Kapitel „Weitere Links in das WWW“ zusammengestellt.

80.2.2 Kostenermittlung

80.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Bauteile aufbereiten		
Bodenbeläge	m ²	
Fenster, Türen, Tore	m ²	
Treppen	Stck.	
Bauelemente aufbereiten		
Fenster- / Türstürze	m ³	
Stahlträger / -stützen	m	
Holzbalken	m	

80.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 03-00-00	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination
LB 11-00-00	Probenahme
LB 12-00-00	Baustoffprüfungen
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 14-00-00	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 21-00-00	Baustelleneinrichtung
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions-, Immissionsschutz
LB 26-00-00	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung

LB 30-00-00	Erdarbeiten, Separierung
LB 31-00-00	Wiedereinbau
LB 33-00-00	Bodenverbesserungsmaßnahmen
LB 35-00-00	Straßen, Wege, Plätze
LB 40-00-00	Dekontamination im Rahmen des Rückbaus
LB 41-00-00	Teilabbruch
LB 42-00-00	Demontage haustechnischer Anlagen
LB 43-00-00	Demontage nutzungsspezifischer Anlagen
LB 44-00-00	Demontage produktionsspezifischer Anlagen
LB 45-00-00	Rohbauabbruch
LB 46-00-00	Rückbau von Verkehrsflächen und Tiefbauten
LB 81-00-00	Entsorgung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
80 20 00 Aufbereitung von Bauteilen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
80 21 00	Aufbereitung von Bauteilen aus dem Rückbau					
01	Bodenbeläge Materialart:	m²	#	#	#	0
	Natursteinplatten		#	#	x #	
	Parkett		#	#	x #	
02	Fenster inkl. Rahmen Materialart:	m²	#	#	#	0
	Holz		#	#	x #	
	Metall		#	#	x #	
	Kunststoff		#	#	x #	
03	Treppen Materialart:	Stck.	#	#	#	0
	Beton, Naturstein		#	#	x #	
	Holz		#	#	x #	
	Metall		#	#	x #	
	Höhe:					
	bis 5 Stufen		#	#	x #	
	> 5 Stufen		#	#	x #	
04	Türen, Tore inkl. Zargen Materialart:	m²	#	#	#	0
	Holz		#	#	x #	
	Metall		#	#	x #	
	Kunststoff		#	#	x #	
80 22 00	Aufbereitung von Bauelementen					
01	Fenster-/ Türsturz Materialart:	m³	#	#	#	0
	Naturstein		#	#	x #	
	Stahlbeton		#	#	x #	
	Stahl		#	#	x #	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
80 20 00 **Aufbereitung von Bauteilen**

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
02	Stahlträger, Stahlstützen Profilart:	m	#	#	#	0
03	Holzbalken Abmessungen:	m	#	#	#	0
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

81 Entsorgung

Der Leistungsbereich LB 81-00-00 „Entsorgung“ umfasst neben den reinen Entsorgungsleistungen von unbelasteten und schadstoffbelasteten Materialien (Beseitigung, Verwertung) auch die zugehörigen Transportleistungen sowie die Gestellung von Containern und anderen Abfallbehältnissen („Sonstige Leistungen“).

Nachfolgend werden die wesentlichen Änderungen im nationalen Abfallrecht erläutert, die sich u. a. durch die Umsetzung von EU-Richtlinien (Abfallverzeichnis, Deponierichtlinie etc.) ergeben haben.

Mit der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV, 01/2002) wurde das Europäische Abfallverzeichnis in nationales Recht umgesetzt. Die AVV ersetzt die EAK-Verordnung und die Verordnung zur Bestimmung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen (BestbÜAbfV). Entsprechend der AAV erfolgt die Zuordnung von Abfällen zunächst über die branchen- oder prozessartspezifische Kapitelüberschrift, bevor eine Zuordnung über die herkunfts- oder abfallartenspezifischen Überschriften vorgenommen wird. Innerhalb der Kapitelüberschriften erfolgt die weitere Spezifizierung über die Gruppenüberschriften.

Es werden 839 Abfallcodes unterschieden, davon sind rund 406 als gefährliche Abfälle eingestuft. Eine Vielzahl von Abfallarten ist in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle aufgeteilt (sog. „Spiegeleinträge“). Die Einstufung der Abfälle mit Spiegeleintrag ist davon abhängig, ob sie ein oder mehrere Eigenschaften gemäß Anhang III EG-Richtlinie 91/689/EWG über gefährliche Abfälle aufweisen. Da nicht alle aufgeführten Eigenschaften in dieser Richtlinie ausreichend konkretisiert sind (insbesondere H14 „ökotoxisch“), ist die Erstellung einer Arbeitshilfe zur eindeutigen Einstufung von Abfällen in Deutschland erforderlich. Voraussichtlich wird diese Arbeitshilfe durch den Bund oder durch die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall veröffentlicht werden.

Die Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV, 07/2002) gilt für die Ablagerung von Siedlungsabfällen und Abfällen, die wie Siedlungsabfälle entsorgt werden können, auf Deponien und für die Behandlung o.g. Abfälle zum Zweck der Einhaltung der Deponiezuordnungskriterien. Sie regelt die Anforderungen an die Ablagerung, an Untersuchungs- und Nachweispflichten und an die Übergangsregelungen für Altdeponien. Im Anhang 1 und 2 werden die Zuordnungskriterien für die Deponieklasse I und II sowie für Deponien für mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle aufgeführt. Im Anhang 4 werden Vorgaben zur Probenahme, Probenvorbereitung und Analytik von Abfällen gemacht.

Die Deponieverordnung (DepV, 08/2002) regelt ergänzend zur AbfAbIV die Anforderungen an die Deponieklasse 0 (Inertabfälle), Deponieklasse III (besonders überwachungsbedürftige Abfälle), Deponieklasse IV (Untertagedeponie) sowie an Langzeitlager. Als Langzeitlager werden Anlagen bezeichnet, in denen Abfälle vor der Beseitigung oder Verwertung länger als ein Jahr gelagert werden. Die Zuordnungskriterien für Langzeitlager der Klassen I-III entsprechen denen der jeweiligen Deponieklassen. Die Deponieverordnung definiert die Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Deponien (Abdichtungssysteme, Rekultivierung, Annahme und Ablagerung) sowie an die Emissionsüberwachung, Nachsorge und Dokumentation. Dabei wird auf Festsetzungen der TA Siedlungsabfall, der TA Abfall und der AbfAbIV verwiesen.

Mit der Versatzverordnung (VersatzV, 07/2002) werden die Anforderungen an den Einsatz von Abfällen als Versatzmaterial unter Tage konkretisiert. Danach können schadstoffhaltige Abfälle ohne Schadstoffbegrenzung nur noch in Salzgesteinsformationen abgelagert werden. In anderen Standorten wie Kohle- oder Erzbergwerken sollen künftig nur noch schadstoffarme Abfälle versetzt werden dürfen. Dazu schreibt die Versatzverordnung Schadstoffgrenzwerte fest. Eine Einstufung des Abfallversatzes unter Tage als Verwertung oder Beseitigung wird mit der Versatzverordnung nicht vorgenommen. Hier steht eine Konkretisierung seitens des Gesetzgeber noch aus.

Die Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV, 06/2002) gilt für die Verwertung und Beseitigung von gewerblichen Siedlungsabfällen sowie von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen. Sie konkretisiert die Anforderungen an die Getrennthaltung von Siedlungsabfällen / Bau- und Abbruchabfällen bei der stofflichen und energetischen Verwertung sowie bei der Vorbehandlung. Als Vorbehandlung werden Verfahren der Sortierung, Zerkleinerung, Verdichtung und Pelletierung definiert.

Hinweis zu bestimmten Abfallarten können den nachfolgenden Kapiteln entnommen werden.

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für alle Teilleistungsbereiche zusammenfassend dargestellt.

Literatur

ADR 2001: Europäisches Abkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, vom 27.06.2001, BGBl. II S. 654.

ADR-Änderungsverordnung vom 14.12.2002 (ADR 2003), BGBl. II S. 2922.

Altölverordnung (AltölV) vom 16.04.2002, BGBl. I S. 1368.

Arbeitsgemeinschaft Kreislaufwirtschaftsträger Bau: Monitoring-Bericht Bauabfälle, November 2001, Berlin / Düsseldorf / Duisburg.

Collisy, M.: Die Deponieverordnung – Neuordnung des Deponierechts, in *umwelt praxis* 9/2002, S. 37-38.

Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) vom 14.05.1993, BAnz.-Anlage Nr. 99a.

Esser, R.: Fragen zur Genehmigung bei der Altholzverwertung, in *umwelt praxis* 9/2002, S. 39-42.

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG) in der Fassung vom 25. Juli 1995 (BGBl. I S. 1703), letzte Änderung 2001 (BGBl. I S. 2331).

Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfG) vom 27.09.1994, BGBl. I S. 2705; letzte Änderung vom 21.08.2002, BGBl. I S. 3342.

Görg, H.: Auswirkungen und Umsetzung des neuen Europäischen Abfallverzeichnisses auf den Altlastenbereich und die baunahe Umwelttechnik, in *altlasten spektrum* 2/2002, S. 92-93.

Keller, H.W.: Thermische Verwertung von Altholz, in *umwelt praxis* 5 / 2001, S. 25-27.

Kropp, O.: Entwicklungen im deutschen Abfallrecht, veröffentlicht im Internet-Portal der Arbeitsgemeinschaft der Sonderabfall-Entsorgungs-Gesellschaften der Länder (www.info-ags.de) im Februar 2003.

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Merkblatt „Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ vom 06.09.1995, in der Fassung vom 20.02.2001 aktualisiert aufgrund der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10.12.2001, veröffentlicht im GABl. S. 700.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Grundsätze des vorsorgenden Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz (GAP-Papier), Hrsg.: LAWA Mai 2002.

Löser, C.; Zehnsdorf, A.; Fussy, M.; Morgenstern, P.: Möglichkeiten der Kostenreduzierung bei der Entsorgung Schwermetall-kontaminierter Flusssedimente – ein Fallbeispiel, in *altlasten spektrum* 1/2001, S. 18-27.

Obernosterer, I.; Mies, B.-M.; Bauer, H.-J.; Nienhaus U.: Deponierung kontaminierter Böden aus Rüstungsaltslasten, in *altlasten spektrum* 5 / 2000, S. 261-269.

-
- Richtlinie für die Tätigkeit und Anerkennung von Entsorgungsgemeinschaften (Entsorgungsgemeinschaftenrichtlinie) vom 09.09.1996, BAnz. S. 10909.
- Tenhaeff, M.: Verwertungszentrum für kontaminierte Hölzer, in TerraTech 5 / 2000, S. 39-41.
- Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV) vom 10.12.2001, Inkrafttreten 01.01.2002, BGBl. I S. 3379.
- Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (Versatzverordnung – VersatzV) vom 24.07.2002, BGBl. I S. 2833, Inkrafttreten am 01.10.2002.
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 24.07.2002, BGBl. I S. 2807; letzte Änderung am 26.11.2002, BGBl. I S. 4417.
- Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (ADNR) vom 27.09.2002, Inkrafttreten 01.01.2003, BGBl. I S. 3529.
- Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle und halogener Monomethyldiphenylmethane (PCB/PCT-Abfallverordnung – PCB/AbfallV) vom 26.06.2000, BGBl. I S. 932.
- Verordnung über die Entsorgung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung – GewAbfV) vom 19.06.2002, Inkrafttreten am 01.01.2003, BGBl. I S. 1938.
- Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen (Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn- GGVSE) vom 11.12.2001, BGBl. I S. 3529.
- Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAbfV), vom 20.02.2001, BGBl. I S. 305; geändert am 24.07.2002, BGBl. I S. 2807.
- Verordnung über die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV) vom 15.08.2002, Inkrafttreten 01.03.2003, BGBl. I S. 3302.
- Verordnung über Entsorgungsfachbetriebe (Entsorgungsfachbetriebeverordnung – EfbV) von September 1996, BGBl. I S. 1421.
- Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (Nachweisverordnung – NachwV) vom 10.09.1996, BGBl. I S. 2860; letzte Änderung am 15.08.2002, BGBl. I S. 3316.
- Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26.10.1993 (BGBl. I S. 1782) in der Fassung der Vierten Verordnung zur Änderung der Gefahrstoffverordnung vom 15.10.2002, BGBl. I S. 4123.
- Verordnung zur Transportgenehmigung (Transportgenehmigungsverordnung – TgV) vom 10.09.1996, BGBl. I S. 1411; letzte Änderung am 21.06.2002, BGBl. I S. 2208.
- Vertragsbedingungen für den Güterkraftverkehrs-, Speditions- und Logistikunternehmer (VBGL), Dezember 2002, Hrsg.: Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V..
- Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall) vom 12.03.1991, BMBl. 139.
-

Information über Leistungsanbieter

Auf den Internetseiten von Fachverbänden und Entsorgungsgemeinschaften kann über Suchmasken mit alphabetischer oder PLZ-Sortierung sowie über die Verzeichnisse der Mitgliedsbetriebe nach Fachunternehmen recherchiert werden. Nachfolgend werden exemplarisch einige Verbände und Entsorgungsgemeinschaften aufgeführt, die diesen Service zur Verfügung stellen. Weitere Hinweise, insbesondere zur Recherche nach (Sonderabfall-) Deponien, finden sich im Kapitel „Links in das www“.

Leistungsbereiche		Bezeichnung	www
Transport		Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung e.V. (BGL)	www.bgl-ev.de
Transport	Entsorgung	Entsorgungsgemeinschaft regionaler Wirtschaftsverkehr e.V.	www.egrw.de
Transport	Entsorgung	Verband der bayrischen Entsorgungsunternehmen	www.vbs-ev.de
Entsorgung	Recycling	Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.	www.bvse.de
Entsorgung	Recycling	Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz	www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de
Entsorgung	Recycling	Entsorgungsgemeinschaft der deutschen Entsorgungswirtschaft	www.entsorgungsgemeinschaft.de

81.1 Entsorgung unbelasteter Abfälle

81.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Entsorgung unbelasteter Abfälle umfasst die Beseitigung und die Verwertung. Nach § 5 KrW-/AbfG besteht ein Vorrang der Verwertung vor der Beseitigung von Abfällen.

Die Beseitigung unbelasteter Abfälle ist dann erforderlich, wenn die stofflichen Eigenschaften keine direkte Verwertung zulassen oder geeignete Aufbereitungstechnologien nicht zur Verfügung stehen.

Durch die Preisgestaltung von Deponien, die innerhalb der Übergangsfristen der Abfallablagerungsverordnung maximal bis zum Jahr 2009 unbehandelte Abfälle, u.a. auch Bauabfälle, annehmen dürfen (s. § 6 AbfAbIV), stellt sich die Beseitigung unbelasteter Abfälle häufig kostengünstiger dar als die im Sinne der Kreislaufwirtschaft angestrebte Verwertung. Daher werden noch immer aus wirtschaftlichen Gründen verwertbare Abfälle auch der Beseitigung zugeführt.

Verwertungsmöglichkeiten für unbelasteten Bodenaushub ergeben sich im Landschaftsbau sowie im Straßen- und Kanalbau.

Verwertungsmöglichkeiten für mineralische Abfälle aus dem Gebäude- und Anlagenrückbau werden ausführlich im Leistungsbereich 80-00-00 Baustoffaufbereitung beschrieben.

Überwachungsbedürftige und nicht überwachungsbedürftige Abfälle unterliegen einem fakultativen Nachweisverfahren nach §§42, 45 KrW-/AbfG. Fakultativ heißt, dass das Nachweisverfahren nur durchzuführen ist, wenn die Behörde dies anordnet. Das Nachweisverfahren für überwachungsbedürftige und nicht überwachungsbedürftige Abfälle ist in §§ 25, 26 der Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (Nachweis-Verordnung) geregelt.

Soweit eine Nachweispflicht der Abfallerzeuger für überwachungsbedürftige Abfälle besteht, ist ein Nachweis über die Zulässigkeit der Entsorgung zu führen (vereinfachter Entsorgungsnachweis), wenn die anfallende Menge an überwachungsbedürftigen Abfällen fünf Tonnen je Abfallschlüssel und Kalenderjahr übersteigt. Der vereinfachte Entsorgungsnachweis besteht aus der verantwortlichen Erklärung des Abfallerzeugers und der Annahmeerklärung des Abfallentsorgers.

Entsorgung von Altholz

Mit der Altholzverordnung werden die Anforderungen an die stoffliche und energetische Verwertung sowie an die Beseitigung von Altholz festgeschrieben. Es werden vier Altholzkategorien unterschieden:

Altholzkategorie	Beschreibung
I	naturbelassenes oder mechanisch bearbeitetes Altholz, nur unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt
II	behandeltes Altholz (verleimt, lackiert, gestrichen, beschichtet) ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung, ohne Holzschutzmittel
III	behandeltes Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung, ohne Holzschutzmittel
IV	behandeltes Altholz mit Holzschutzmitteln (Bahnschwellen, Leitungsmasten etc.), Altholz, das aufgrund der Schadstoffbelastung nicht in die Kategorien I-III passt

Als Verfahren zur stofflichen Verwertung gelten die Aufbereitung von Altholz für die Herstellung von Holzwerkstoffen, die Gewinnung von Synthesegas zur weiteren chemischen Nutzung und die Herstellung von Aktiv-/Industrieholzkohle. Der Anhang I AltholzV beschreibt die Zuordnung der Altholzkategorien zu den Verwertungsverfahren und besondere Anforderungen z.B. an Vorbehandlungsmaßnahmen. Als energetische Verwertung ist der Einsatz von Altholz als Ersatzbrennstoff gemäß § 4 KrW-/AbfG definiert.

Im Anhang III der Verordnung wird die Zuordnung gängiger Altholzsortimente zu den Altholzkategorien und den Abfallschlüsseln für den Regelfall vorgegeben. Die Deklaration von Altholz ist anhand eines Anlieferungscheines nach Anhang IV vorzunehmen.

81.1.2 Kostenermittlung

Die Auswahl des Entsorgungsweges liegt unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen i.d.R. bei den einzelnen Anbietern. Die Entsorgungskosten können daher stark in Abhängigkeit der gewählten Verwertungs- oder Beseitigungsanlage variieren. Auch die unterschiedliche regionale Entsorgungssituation (Auslastung vorhandener Anlagen, Auffüllung von Altdeponien, Verwertung auf Großbaustellen im Straßenbau u.a.) trägt entscheidend zur Preisbildung bei. In den Entsorgungskosten sind darüber hinaus häufig die Transportkosten ohne Angabe der Transportentfernung enthalten.

Die Kostenangaben im Leistungsregister sind daher als Richtwerte zu verstehen und entsprechend anzuwenden.

81.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Entsorgung von unbelastetem Boden, Bauschutt, Metall, Holz etc.	t	
Entsorgung von Zäunen (Holz, Metall)	m	
Entsorgung von gereinigten Tanks, Kabelrollen, Altreifen etc.	Stck.	

81.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-20-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung
LB 28-00-00	Kanalsanierung
LB 40-00-00 bis 46-00-00	Rückbau
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 10 00 Unbelastete Abfallstoffe

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
81 11 00	Beseitigung					
01	Batterien EAK 160605	Stck.	5,27	38,65	14,16	7
02	Bauschutt EAK 170107	t	0,77	178,49	18,41	76
03	Betonbruch EAK 170101	m³	10,23	63,91	25,44	12
04	Bitumengemische, Schwarzdecke bitumenge- bunden EAK 170302	t	1,53	360,46	80,73	20
05	Boden und Steine EAK 170504	t	0,77	19,63	8,00	135
06	Boden (nicht einbaufähig) und überschüssiger nichtkontaminierter Erdaushub EAK 170405	m³	8,18	34,00	16,47	14
07	Gemischte Bau- und Abbruchabfälle EAK 170904	t	41,00	160,00	87,84	31
08	Gemischte Siedlungsabfälle EAK 200301	t	37,50	199,00	99,50	29
09	Glas EAK 170202	t	1,00	127,80	49,39	7
10	Kunststoffe EAK 170203	t	81,81	81,81	81,81	1
11	Haus- und Sperrmüll EAK 200307 / 200301	t	48,60	179,00	124,09	14
12	Holz EAK 170201	t	5,11	112,48	66,67	21

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 10 00 Unbelastete Abfallstoffe

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
81 12 00	13 Isolier- und Dämmstoffe ohne schädliche Verunreinigungen (Mineralfasern) EAK 170604	t	76,70	213,72	127,99	8
	14 Kabel EAK 170411	t	56,20	56,20	56,20	1
	15 Klimageräte	Stck.	56,81	276,10	171,55	7
	16 Mauerwerk EAK 170102	m³	7,67	48,57	21,59	12
	17 Stahlbeton EAK 170101	m³	10,23	20,45	14,45	4
	18 Trommelmühlen (5400 l)	Stck.	60,00	1.992,05	722,16	9
	Verwertung					
	01 Altreifen EAK 160103	Stck.	3,30	5,10	4,20	2
	02 Asphalt teerfrei EAK 170302	t	4,00	4,00	4,00	1
	03 Bauschutt gemischt EAK 170107	t	1,28	153,00	7,50	104
	Menge:					
	< 500 t		2,05	11,00	x 1,0	
	< 5000 t		1,79	11,00	x 0,95	
	> 5000 t		1,79	11,00	x 0,9	
	04 Bauschutt sortenrein EAK 1701__	t	5,70	26,00	14,08	11
	05 Beton-Lichtmasten bewehrt, liegend, d = 30 cm, l = ca. 10 m, vorzerkleinern, in bereitgestellte Container laden, transportieren und verwerten	Stck.	51,10	51,10	51,10	1
	06 Bitumengemische EAK 170302	t	66,50	122,70	90,25	6
	07 Boden und Steine EAK 170504	t	1,79	28,68	7,35	87
	Menge:					
	< 500 t		2,04	28,68	x 1,0	
	< 5000 t		1,79	4,50	x 0,6	
	> 5000 t		1,79	4,50	x 0,5	
	08 Gemischte Bau- und Abbruchabfälle EAK 170904	t	61,40	61,40	61,40	1
	09 Gemischte Siedlungsabfälle EAK 200301	t	89,50	89,50	89,50	1
	10 Glas EAK 170202	t	1,00	127,80	49,39	7
	11 Holz EAK 170201	t	0,01	24,50	12,26	2
	12 Kabel EAK 170411	t	56,20	56,20	56,20	1
	13 Kabelrolle 2 x 2 x 1 m mit Kabel, in bereitgestellte Container laden, transportieren und entsorgen	Stck.	102,30	102,30	102,30	1
	14 Kunststoff (Verpackungen) EAK 150102	t	81,80	81,80	81,80	1
	15 Metallabfälle, Eisenschrott EAK 170405	t	0,62	34,85	14,79	12
	16 Prellbock (Stahl-Holz) mit Verankerung demonstrieren und entsorgen (3 x 2 x 1 m)	Stck.	102,30	102,30	102,30	1
	17 Schrott EAK diverse	t	0,01	25,60	3,20	9

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 10 00 Unbelastete Abfallstoffe

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
18	Sperrmüll EAK 200307	t	#	#	#	0
19	Straßenpflaster Granit EAK 170504	m³	1,53	21,47	9,07	4
20	Tanks gereinigt EAK 170405	Stck.	38,00	538,19	175,65	12
21	Zäune entsorgen (Holzzaun)	m			12,27 *	
22	Zäune entsorgen (Maschendraht)	m			12,27 *	
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

81.2 Entsorgung schadstoffbelasteter Abfälle

81.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die Auswahl der Entsorgungswege für die anfallenden Abfälle erfolgt auf der Grundlage der Deklarationsanalytik. Dabei ist das Verwertungsgebot des KrW-/AbfG zu berücksichtigen (§§ 5, 6 KrW-/AbfG). Die folgende Aufstellung zeigt eine Übersicht über mögliche Beseitigungs- und Verwertungswege für belastete Abfälle.

Entsorgungsweg		rechtliche Grundlage
Versatz unter Tage	Verwertung – Beseitigung nicht definiert	Versatzverordnung
Ablagerung oberirdisch	Beseitigung	Deponieverordnung, TA Abfall, TA Siedlungsabfall
Deponiebaumaterial	Verwertung / Beseitigung (bundeslandspezifisch)	Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz
Vorbehandlung zur Ablagerung (thermisch, mechan.-biologisch)	Beseitigung	Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz, Abfallablagerungsverordnung
Einsatz als Ersatzbrennstoff	Verwertung	TA Abfall, Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz
biologische Behandlung	Verwertung	Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz
chem.-phys. Behandlung	Verwertung	Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz

Der Abfallerzeuger ist verpflichtet, sich bei der Entsorgung von umweltgefährdenden Abfällen der Fachkunde, der rechtlichen Befugnis und der Zuverlässigkeit des beauftragten Entsorgungsunternehmens zu versichern. Diese Verpflichtung kann er durch die Beauftragung eines Entsorgungsfachbetriebes erfüllen.

Die Entsorgungsfachbetriebeverordnung (EfbV) regelt die Anforderungen an Entsorgungsfachbetriebe nach § 52 KrW-/AbfG hinsichtlich

- der Fach- und Sachkunde der Personals,
- der Organisation und Ausstattung des Betriebes,
- des betrieblichen Versicherungsschutzes und
- der Dokumentation der abfallwirtschaftlichen Tätigkeit.

Zertifizierte Entsorgungsfachbetriebe bedürfen keiner Transportgenehmigung sowie keiner Genehmigung bei Vermittlungsgeschäften (§ 51 KrW-/AbfG).

Das KrW-/AbfG ordnet in § 43 und in § 46 ein obligatorisches, d. h. zwingendes Nachweisverfahren für besonders überwachungsbedürftige Abfälle an. Es ist ein Nachweisbuch zu führen und Belege sind vorzulegen. Ausgenommen von dem Nachweisverfahren sind Abfallerzeuger, bei denen nur Kleinmengen solcher Abfälle von insgesamt nicht mehr als 2000 kg pro Jahr anfallen. Die Einzelheiten des Nachweisverfahrens sind in der Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (NachwV), deren Novellierung am 01.05.2002 in Kraft getreten ist, geregelt.

Das Nachweisverfahren besteht aus dem

- Entsorgungsnachweis, der die Zulässigkeit der vorgesehenen Entsorgung nachweist, und dem
- Begleitscheinverfahren, das die Durchführung der Entsorgung entsprechend dem Entsorgungsnachweis nachweist.

Entsorgung asbesthaltiger Abfälle

Der Umgang mit asbesthaltigen Baustoffen beim Rückbau und der Sanierung wird in der TRGS 519 und der Gefahrstoffverordnung geregelt (s. LB 40-20-00). Für die Entsorgung der asbesthaltigen Abfälle wird in beiden Regelwerken auf das LAGA-Merkblatt „Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ verwiesen.

Mit dem Ziel des bundeseinheitlichen Vorgehens nach dem Stand der Technik bei der Asbestentsorgung gibt das LAGA-Merkblatt Hinweise und Handlungsanleitungen zu folgenden Punkten:

Zuordnung von asbesthaltigen Abfällen zu Abfallschlüsseln und Entsorgungswegen,
Behandlungsverfahren für asbesthaltige Abfälle,
Sammlung und Beförderung (s. Kapitel 81-30-00),
Lagerung und Ablagerung

Seit dem 01.01.2002 sind alle asbesthaltigen Abfälle, d.h. auch fest gebundene asbesthaltige Abfälle (z. B. Asbestzement), als besonders überwachungsbedürftig eingestuft. Lediglich gereinigte Abfälle aus der Asbestsanierung wie Gardinen, Teppiche, Folien, Schutzkleidung etc. können als überwachungsbedürftiger Abfall entsorgt werden.

Für asbesthaltige Abfälle besteht entsprechend der Chemikalien-Verbotsverordnung ein Verwertungsverbot. Der Einsatz als Füllmaterial in Abgrabungen oder als Baumaterial auf Deponien ist damit unzulässig. Ebenso dürfen asbesthaltige Abfälle Bau- und Gewerbeabfallsortier- und –aufbereitungsanlagen wie auch mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen nicht zugeführt werden. Asbesthaltige Abfälle sind je nach Abfallbeschaffenheit auf Monodeponien der Klasse I oder II (Anhang I AbfAbIV) abzulagern, möglich ist auch die Ablagerung in Monobereichen anderer dafür zugelassener Altdeponien. Die Ablagerung auf Sonderabfalldeponien ist nicht erforderlich.

In den Anhängen 1.1-1.4 des Merkblattes werden detaillierte Angaben zur Zuordnung der Abfallschlüssel, zur Behandlung, Beförderung und den zugelassenen Entsorgungswegen gemacht.

Entsorgung von Altholz

Neben der Verwertung von unbelastetem Altholz (s. Kap. 81.1.1) regelt die Altholzverordnung auch die Verwertung von Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung (Kategorie III) sowie von Altholz mit Holzschutzmitteln (Kategorie IV). Beide Kategorien können stofflich zur Gewinnung von Synthesegas und zur Herstellung von Aktiv-/Industrieholzkohle verwertet werden.

In eine „Sonderkategorie“ wird PCB-haltiges Altholz eingestuft. PCB-Altholz wird entsprechend der PCB/PCT-Abfallverordnung durch thermische Verfahren beseitigt.

81.2.2 Kostenermittlung

Die Auswahl des Entsorgungsweges für schadstoffbelastete Abfälle liegt in den meisten Fällen bei den einzelnen Anbietern. Die Entsorgungskosten variieren daher stark in Abhängigkeit der gewählten Verwertungs- oder Beseitigungsanlage. Über die Auswertung von Leistungsverzeichnissen und Preisspiegeln sind die für die Preisbildung wesentlichen Aspekte wie z. B. Entfernung der Beseitigungsanlage, Art der Verwertung / Beseitigung, erforderliche Vorbehandlung etc. häufig nicht erfassbar. Zudem unterliegen die Entsorgungskosten starken Schwankungen, die aus der aktuellen Auslastung von Verwertungs- und Beseitigungsanlagen, den vorhandenen Verwertungsmöglichkeiten im Rahmen von Grossbaustellen sowie den länderspezifischen Annahmekriterien resultieren.

Soweit angegeben sind die Transportleistungen in den Entsorgungskosten enthalten.

Im Leistungsregister wurde eine Unterteilung entsprechend der LAGA-Zuordnungswerte > Z 1.2 und > Z 2 vorgenommen. Weitere Unterteilungen in Kategorien > Z 3 / 4 / 5 sind aufgrund der spezifischen Annahmebedingungen der Entsorgungsanlagen nicht sinnvoll.

Unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Unsicherheiten bei der Kostenermittlung für die Entsorgung schadstoffbelasteter Abfälle sind die Kostenangaben im Leistungsregister daher lediglich als Richtwerte zu verstehen und anzuwenden.

81.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Entsorgung von kontaminiertem Boden, Bauschutt etc.	t	
Entsorgung von kontaminiertem Bohrgut	m ³	
Entsorgung kontaminierter Flüssigkeiten (z.B. Wasser, Kraftstoff-Wasser-Gemisch)	m ³	l
Entsorgung von Schlammfangrückständen	m ³	
Entsorgung von Benzin- / Ölphase	t	
Entsorgung von Leuchtstoffröhren	Stck.	

81.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-20-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung
LB 28-00-00	Kanalsanierung
LB 40-00-00 bis 46-00-00	Rückbau
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 20 00 Schadstoffbelastete Abfallstoffe

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
81	21	00	Beseitigung (ohne Transport)					
		01	Bauschutt gemischt (> Z 2 LAGA)	t	4,60	127,82	68,74	72
			Menge:					
			bis 100 t		24,00	121,00	x 1,1	
			bis 500 t		24,00	121,00	x 1,1	
			bis 1000 t		23,40	121,00	x 1,0	
			bis 5000 t		22,60	121,00	x 0,98	
			> 5000 t		22,60	121,00	x 0,95	
			Beseitigungsweg:					
			Deponie gemäß Deponieklasse 1		#	#	x #	
			Deponie gemäß Deponieklasse 2		22,60	55,00	x 0,6	
			chemisch-physikalischer Behandlungsanlage		43,36	60,50	x 0,7	
			Sonderabfalldeponie		64,60	104,50	x 1,2	
			thermische Behandlungsanlage		73,30	121,00	x 1,4	
		02	Boden und Steine (> Z 2 LAGA)	t	9,09	158,77	67,17	110
			EAK 170503					
			Menge:					
			bis 100 t		13,80	158,77	x 1,2	
			bis 500 t		12,78	132,00	x 1,1	
			bis 1000 t		12,27	132,00	x 1,0	
	bis 5000 t		9,90	132,00	x 0,9			
	über 5000 t		9,09	132,00	x 0,85			
	Beseitigungsweg:							
	Deponie gemäß Deponieklasse 1		11,76	55,00	x 0,5			
	Deponie gemäß Deponieklasse 2		22,60	55,00	x 0,6			
	chemisch-physikalischer Behandlungsanlage		40,90	56,10	x 0,7			
	Sonderabfalldeponie		64,60	129,53	x 1,3			
	thermische Behandlungsanlage		73,30	132,00	x 1,4			
81	22	00	Beseitigung (inkl. Transport)					
			Asbest/ KMF, Dämmstoffe:					
		01	Asbesthaltige Baustoffe (fest gebundene Asbestprodukte)	t	26,91	1.779,00	125,81	48
			EAK 170605					
		02	Asbesthaltige Bodenbeläge (schwach gebunden)	m²	1,97	2,31	2,14	2
		03	Asbesthaltige Brandschutztüren	Stck.	9,20	43,06	20,70	7
		04	Asbesthaltige Elektrosicherungen	Stck.	0,29	421,82	145,06	6
		05	Asbesthaltige Feuerschutzklappen	Stck.	9,20	26,91	18,00	7
		06	Asbesthaltige Funkenkammern	Stck.	16,57	253,09	99,08	6
		07	Asbesthaltiges Isoliermaterial (schwach gebundene Asbestprodukte)	t	53,69	1.779,00	266,12	17
			EAK 170601					
		08	Asbesthaltige Rohrflanschdichtungen	Stck.	0,28	26,91	6,31	7
		09	Asbesthaltige Rohrisolierungen	m	0,46	16,56	7,18	7
10	Isolier-, Dämmmaterial	t	81,81	81,81	81,81	1		
	EAK 170603							
11	Künstliche Mineralfasern, sekundärkontaminiert	m³	76,69	82,80	79,75	2		
	EAK 170603							
12	Künstliche Mineralfasern der Kategorie K2/ K3	t	82,37	230,08	156,36	9		
	EAK 170603							

LB-AF Nr. Leistungsbereich

81 20 00 Schadstoffbelastete Abfallstoffe

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
13	Bauschutt: Bauschutt, Bau- und Abbruchabfälle (mit Anteilen an Asbest und Mineralfasern) EAK 170903	t	33,75	78,99	50,92	8
14	Bauschutt, gemischt oder sortenrein EAK 170106	t	7,31	263,30	46,96	93
15	Bauschutthaltiger Boden > Z 2, Bauschuttanteil > 10 % EAK 170106	t	9,56	19,43	14,98	11
16	Boden, Bohrgut: Boden und Steine (> Z 1.2 LAGA) EAK 170504	t	3,73	87,92	14,23	122
	Menge:					
	bis 100 t		#	#	x #	
	bis 500 t		#	#	x #	
	bis 1000 t		#	#	x #	
	bis 5000 t		5,55	22,50	x 1,0	
	> 5000 t		5,24	6,39	x 0,5	
17	Boden und Steine (> Z 2 LAGA) EAK 170503	t	3,50	250,00	36,95	238
	Schadstoffe:					
	MKW		14,60	117,60	x 1,0	
	PAK		11,56	117,60	x 1,0	
	Schwermetalle		8,55	250,00	x 1,25	
	Cyanide		#	#	x #	
	Menge:					
	bis 100 t		18,20	117,60	x 1,7	
	bis 500 t		14,60	234,44	x 1,2	
	bis 1000 t		24,00	84,50	x 1,0	
	bis 5000 t		3,50	99,00	x 0,95	
	> 5000 t		11,56	250,00	x 0,9	
18	Bohrgut (> Z 2 LAGA) EAK 170503	m³	66,46	340,86	151,51	5
19	Teerhaltige Abfälle: Kohlenteerhaltige Bitumengemische (Asphalt teerhaltig) EAK 170301	t	26,33	58,13	40,67	8
20	Kohlenteer und teerhaltige Produkte (Schwarz- decke teergebunden; belasteter Schotter; Teerpappe) EAK 170303	t	15,80	204,51	56,85	23
21	Teer und teerähnliche Gemische (100% pump- fähig), gefördert und gehoben aus Ammoniak- zisterne, Teergrube und Teerzisterne abtrans- portieren und entsorgen	t	300,00	350,00	328,86	7
22	Teer und teerähnliche Gemische (nicht pump- fähig), gelöst und ausgebaut aus Ammoniak- zisterne, Teergrube und Teerzisterne abtrans- portieren und entsorgen	t	300,00	360,00	335,29	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 20 00 Schadstoffbelastete Abfallstoffe

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
23	Teer und teerähnliche Gemische aller Beimengungen, gefördert und gehoben aus Teer- und Ammoniakwassergruben, abtransportieren und entsorgen	m³	191,73	296,55	232,64	19
	pumpbarer Massenanteil von 100%		191,73	260,76	x 1,0	
	pumpbarer Massenanteil von 50-60%		213,21	268,43	x 1,1	
	pumpbarer Massenanteil von 30-40%		245,42	265,87	x 1,15	
	pumpbarer Massenanteil von 0%		245,42	296,55	x 1,2	
24	Teerverunreinigte Gasreinigermasse, gehoben und im Container entwässert, abtransportieren und entsorgen oder ggf. in biologische Bodenbehandlungsanlage verbringen	m³	92,03	253,09	153,39	3
25	Schlämme, flüssige Abfallstoffe: Dünnschlamm aus Enteisung : 300 t/a, Trockensubstanz von mind. 5 % TS aus dem Schlammestocker aufnehmen und ordnungsgemäß entsorgen, inkl. erf. Analytik und des EVN	t	84,00	133,40	117,13	4
26	Schlämme aus Enteisung (z.B. aus Schlamm-sammelwanne o. Kiesfelder)	m³	93,92	332,34	213,13	2
27	Schlamm in Container oder abplanbare wasser-dichte Transportfahrzeuge laden, transportieren, entsorgen	t	4,17	38,10	21,85	9
28	Schlammfangrückstände aus Abscheider absaugen und entsorgen	l	0,11	1,41	0,28	12
29	Schlamm-Wasser-Gemisch, inkl. Abpumpen/ Abschöpfen	m³	98,17	172,29	144,83	4
30	Schlämme und belastetes Wasser mittels Saugwagen aufnehmen und entsorgen	m³	0,05	194,29	51,29	19
31	Öl (Heizöl) aus abgeschöpfter Phase (Brunnen)	m³	130,00	130,00	130,00	1
32	Öl-/ Benzinhase zurückgewonnen aus Grundwassersanierung	t	102,26	562,42	239,29	5
33	Öl aus Ölabscheidung aus Ölsammelbehälter aufnehmen und ordnungsgemäß entsorgen, inkl. Analytik und EVN	t	42,00	214,60	124,64	5
34	Öl-Schlamm-Gemische	m³	350,00	2.000,00	938,74	5
35	Öl-Wasser-Gemische aus der Ölabscheidung (Flüssigphase; ggf. auch Schlamm)	t	66,47	66,47	66,47	2
36	Öl-Wasser-Gemisch (Produkt- und Tankreinigungsrückstände; Gemisch aus Phasenabschöpfung; Rückstände aus Leichtstofftrennbehältern)	m³	74,13	398,81	167,92	19
37	Heizöl	t	315,98	315,98	315,98	1
38	Pflanzenöl (Sojaöl)	t	67,49	92,03	79,51	4
39	Wasch- und Abwässer entsorgen (aus SW-Anlage, Stiefelwäsche, Fahrzeugwäsche, Duschen und Toiletten)	m³	9,20	75,35	37,70	11
40	Wasser schadstoffbelastet aus Wasserhaltung	m³	44,27	348,70	107,49	21
41	Wasser schadstoffbelastet	t	69,02	69,02	69,02	1
42	Wasser belastet (MKW, PAK, BTEX) aus einem Entsandungs-/ Entwicklungsprozess	m³	4,84	4,84	4,84	1
43	Wasser belastet (PAK, Cyanide), inkl. Genehmigungsgebühren, Annahme- und Deklarationsanalytik	m³	5,11	115,04	56,98	12
44	Wasser aus Koaleszenzabscheider absaugen und entsorgen	l	0,11	1,41	0,35	7
45	Kraftstoff-Wasser-Gemisch aus Reststoffabsaugung von Treibstofftanks, einschl. Absaugung	m³	46,00	46,00	46,00	1

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 20 00 Schadstoffbelastete Abfallstoffe

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
81 23 00	46 Restbestände aus Tanks (Produkt- und Tank- reinigungsrückstände) oder sonstige Öl/ Kraft- stoff-Wasser-Gemische inkl. Absaugen	l	0,08	1,79	0,34	37
	47 Restbestände aus Tanks (Produkt- und Tank- reinigungsrückstände) entsorgen	t	52,15	61,27	55,19	3
	48 Wässrige Phase mit Beimengungen (u.a. Phe- nolwasser aus Ammoniakzisterne, Teergrube/ Teerzisterne oder Reinigungswasser aus Säu- rebehälter) abtransportieren und entsorgen	t	66,46	250,00	187,65	10
	49 Wässrige Phase mit Beimengungen (u.a. Phe- nolwasser), aufgenommen und gefördert aus Teer- und Ammoniakwassergrube, abtranspor- tieren und entsorgen	m³	61,36	109,93	89,99	3
	50 Abwasser aus Pumpensämpfen in GW- Aufbereitungsanlage überpumpen, inkl. aller Nebenleistungen	m³	5,11	143,16	31,54	22
	Sonstiges:					
	51 Altlacke EAK 080111	t	766,94	920,33	843,63	3
	52 Bau und Abbruchabfälle, PCB-haltig (Bodenbeläge, Dichtungsmassen, Gipskarton- platten usw.) EAK 170902	t	1.278,23	1.278,23	1.278,23	7
	53 Feststoffe, abgesetzt, aus aufgefangenem Reinigungswasser von verschiedenen Behäl- tern (Feststoffphase; evtl. auch Teer)	t	230,08	347,68	288,88	2
	54 Feuerlöscher versch. Fabrikate öffnen, Pulver gem. TA-Abfall entsorgen; Gehäuse dem Me- tallschrott zuführen	Stck.	10,22	10,22	10,22	1
	55 Filterstäube	t	123,73	782,28	405,99	7
	56 Holz EAK 170204	t	0,50	230,08	91,09	40
	Menge:					
	bis 1.000 t		0,50	230,08	x 1,0	
	bis 2.000 t		30,70	66,50	x 0,5	
	57 Kontaminierte Schutzausrüstung	t	13,45	230,08	113,61	6
	58 Kontaminierte Schutzausrüstung	psch.	56,81	1.076,37	359,83	7
	59 Patronenhülsen	t	5,37	1.859,65	580,49	10
	60 Sandfangrückstände, abgesetzt, aus der Ölabscheidung EAK 130501	t	347,68	347,68	347,68	1
	61 Tankbeschichtung EAK 160709	t	0,01	618,00	167,32	6
	62 Tankverfüllmassen	t	61,35	61,35	61,35	1
	Verwertung (ohne Transport)					
	01 Boden und Steine (> Z 1.2 LAGA) EAK 170504	t	11,76	18,15	15,27	17
	Menge:					
	bis 100 t		13,80	18,15	x 1,05	
	bis 500 t		12,78	18,15	x 1,05	
	bis 1000 t		12,27	18,15	x 1,0	
	bis 5000 t		11,76	18,15	x 1,0	
	über 5000 t		11,76	18,15	x 0,95	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 20 00 Schadstoffbelastete Abfallstoffe

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	02	Bauschutt gemischt EAK 170106	t	13,90	55,00	29,56	26
		Belastung:					
		> Z 1.2 LAGA		13,90	22,00	x 0,8	
		> Z 2 LAGA		20,50	55,00	x 1,2	
		Menge:					
		bis 100 t		14,80	55,00	x 1,0	
		bis 500 t		14,80	55,00	x 1,0	
		bis 1000 t		14,40	55,00	x 1,0	
		bis 5000 t		14,40	55,00	x 0,97	
		> 5000 t		13,90	55,00	x 0,93	
81	24	00 Verwertung (inkl. Transport)					
		Bauschutt:					
	01	Bauschutt mit Anhaftungen von Isolationsanstrichen EAK 170106	t	32,00	32,00	32,00	1
	02	Bauschutt gemischt (Abbruchmaterial) EAK 170106	t	11,81	68,17	30,69	15
	03	Bauschutt und/ oder Boden (mikrobiologische Behandlungsanlage) EAK 170106 / 170503	t	19,17	25,05	22,20	6
	04	Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik als Gemische oder getrennte Fraktionen EAK 170106	t	6,40	35,00	20,21	7
		Boden, Bohrgut:					
	05	Auffüllungsmaterial (PAK <= 100 mg/kg) (deponietechn. Verwertung) EAK 170503	t	19,48	50,00	30,75	10
	06	Auffüllungsmaterial (PAK <= 250 mg/kg) (deponietechn. Verwertung) EAK 170503	t	17,43	60,00	29,09	22
	07	Auffüllungsmaterial PAK-belastet (therm. Verwertung) EAK 170503	t	29,42	165,00	111,30	10
	08	Auffüllungsmaterial PAK-belastet (mikrobiol. Behandlung) EAK 170503	t	29,42	145,00	87,50	10
	09	Boden und Steine (> Z 1.2 LAGA) EAK 170504	t	18,23	50,10	23,93	43
		Menge:					
		bis 100 t		18,23	46,46	x 1,0	
		bis 500 t		18,41	28,13	x 0,9	
		bis 1000 t		#	#	x #	
		bis 5000 t		#	#	x #	
		> 5000 t		#	#	x #	
		Zuschlag für Wassergehalt 20% - 35%		0,01	12,78	6,67	5
	10	Boden und Steine (> Z 2 LAGA) EAK 170503	t	10,50	278,65	54,56	69
		Menge:					
		bis 100 t		75,67	115,04	x 1,7	
		bis 500 t		33,06	71,58	x 1,1	
		bis 1000 t		28,97	72,22	x 1,0	
		bis 5000 t		28,97	71,58	x 0,9	
		> 5000 t		#	#	x #	
		Zuschlag für Wassergehalt 20% - 35%		0,01	8,52	3,05	20

LB-AF Nr. Leistungsbereich

81 20 00 Schadstoffbelastete Abfallstoffe

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
11	Boden und/ oder Bauschutt (mikrobiologische Behandlungsanlage) EAK 170503 / 170106	t	19,17	25,05	22,20	6
12	Bohrgut (Brunnen) EAK 170503	m³	66,46	340,86	151,51	5
Sonstige Abfälle:						
13	Aschen und Schlacken	t	6,75	39,40	20,11	10
14	Holz (therm. Verwertung) EAK 170204	t	0,01	516,84	133,24	25
15	Holz (Eisenbahnschwellen) EAK 170204	t	47,30	127,80	88,58	6
16	Kraftstofftanks einwandig, inkl. Nachreinigung und Entgasung	Stck.	61,36	613,55	170,65	16
	Größe 4 m³, Medium M2T, A III		61,36	230,08	x 1,0	
	Größe 10 m³, Medium VK, A I		230,08	409,03	x 1,95	
	Größe 10 m³, Medium DK, A III		230,08	409,03	x 1,8	
	Größe 20 m³, Medium VK, A I		332,34	613,55	x 2,5	
17	Leuchtstoffröhren EAK 200121	Stck.	0,14	3,29	1,14	10
18	Teerhaltiger Straßenaufbruch	t	15,00	49,00	36,26	10
19	Teerpappen (therm. Verwertung)	t	75,00	248,00	115,35	10
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

81.3 Transport

81.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Für den Transport von Abfällen zur Beseitigung (§ 49 KrW-/AbfG) sowie von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung (§ 1 TgV) ist eine Transportgenehmigung erforderlich.

Der Transport kann mittels Sattelzug (Schüttgüter) oder Containerwagen (Container, Big-Bags in Container), per Bahn oder Schiff erfolgen. Flüssige Gefahrgüter, wie z. B. Schlämme und Flüssigkeiten aus der Reinigung von Tanks, Ölabscheidern u.ä. werden durch einen Saugwagen abgepumpt und direkt abtransportiert. Es sind die jeweils gültigen Vorschriften für die einzelnen Verkehrsträger (Straße, Eisenbahn, Schiff) zu beachten (GGVSE, ADR, ADNR).

Für den Verkehrsträger Straße sind folgende Gefahrgutklassen definiert:

Gefahrgutklasse	Beschreibung	Beispiele
1	Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff	Munition, Anzünder, Sprengstoff etc.
2	Gase	Acetylen, Kohlendioxid, Chlor etc.
3	Entzündbare flüssige Stoffe	Benzin, Heizöl, Altöl, Lösemittel etc.
4.1	Entzündbare feste Stoffe	gebrauchte ÖlfILTER, ölhaltige Putzlappen etc.
4.2	Selbstentzündliche Stoffe	Russ, Kohle, Phosphor etc.
4.3	Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln	Natriumbatterien oder -zellen etc.
5.1	Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe	Desinfektionsmittel etc.
5.2	Organische Peroxide	
6.1	Giftige Stoffe	Pestizide, Quecksilberverbindungen, Phenole, u.a.
6.2	Ansteckungsgefährliche Stoffe	Tierkadaver, Organabfälle etc.
7	Radioaktive Stoffe	
8	Ätzende Stoffe	Schwefelsäure, Batterien (-säure) etc.
9	Sonstige gefährliche Stoffe und Gegenstände (wasser- und umweltgefährdende Stoffe)	Asbest, PCB-haltige Kondensatoren etc.

Die Regelungen zu den stofflichen Zuordnungen, Verpackungsvorschriften und zur Kennzeichnung der Verkehrsmittel beim Transport von Gefahrgut sind in dem Europäischen Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) festgeschrieben.

Transport asbesthaltiger Abfälle

Asbesthaltige Abfälle sind in geeigneten und sicher verschließbaren Behältnissen zu transportieren. Kommen Containerfahrzeuge zum Einsatz, so sind die Abfälle zusätzlich in Big-Bags staubdicht zu verpacken. Die Behältnisse sind nach den Vorschriften der GefStoffV und der TRGS 519 zu kennzeichnen. Für den Transport von asbesthaltigen Stäuben und nicht verfestigtem Spritzasbest sind zusätzlich die Regelungen des Gefahrgutrechts zu beachten (ADR).

81.3.2 Kostenermittlung

81.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Die Transportkosten richten sich in der Regel nach der Art der Transportgüter (Gefahrklassen, Container, Schüttgüter), der zu transportierenden Masse und der Entfernung zur jeweiligen Entsorgungsstelle. Preisbildend können sich auch die regionale Situation des Transportgewerbes sowie Rahmenverträge zwischen Abfallerzeuger und Entsorgungs- / Transportunternehmen auswirken.

In den meisten Fällen werden Entsorgungs- und Transportleistungen nicht getrennt ausgeschrieben. Im Falle separater Ausschreibung werden häufig die Entsorgungsleistungen einschließlich Transport angeboten und die Transportkosten mit einem minimalen Einheitspreis belegt. Belastbare Kostenansätze für die reinen Transportleistungen sind daher nur bedingt abzuleiten.

Das Leistungsregister für Transportleistungen kann somit lediglich Richtwerte zur Abschätzung der Transportleistungen für belasteten Bodenaushub und Bauschutt geben.

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
unbelasteten / kontaminierten Boden transportieren	t	m³
unbelasteten / kontaminierten Bauschutt transportieren	t	m³
Sonderabfallbehälter (Spannringfässer) transportieren	Stck.	

81.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-20-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung
LB 28-00-00	Kanalsanierung
LB 40-00-00	Rückbau
bis 46-00-00	
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung

LB-AF Nr. Leistungsbereich

81 30 00 Transport

OZ	Text	Einh.	min	Preis in Euro max	mittel	Daten- anzahl
81 31 00 01	Transport unbelasteter Materialien Bodenaushub, Transportentfernung bis ca. 15 km Menge bis:	t	0,73	61,36	3,60	62
	1 t		4,80	61,36	x 12,0	
	500 t		2,30	7,40	x 1,1	
	1.000 t		2,19	7,40	x 1,0	
	10.000 t		2,20	7,10	x 0,95	
	> 10.000 t		0,73	7,10	x 0,6	

LB-AF Nr. Leistungsbereich

81 30 00 Transport

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
	02	Bauschutt, Transportentfernung bis ca. 15 km Menge bis:	t	0,73	61,36	3,18	97
		1 t		1,00	61,36	x 13,0	
		500 t		2,56	5,20	x 1,1	
		1000 t		2,45	5,10	x 1,0	
		5000 t		2,45	4,90	x 0,95	
		> 5000 t		0,73	4,90	x 0,8	
	03	Sand-/ Kiesfraktion gereinigt, aus Bodenwä- sche, Transport zur Verwertungsanlage	t	0,51	9,56	5,67	6
	04	Natursteine laden, transportieren und absetzen, Entfernung bis 10 km	t	18,26	102,21	54,24	5
	05	Steine (bis 0,1 m³) laden, transportieren und absetzen, Entfernung bis 5 km	Stck.	13,00	65,02	31,39	5
81 32 00		Transport schadstoffbelasteter Materialien					
	01	Bodenaushub belastet, Transportentfernung bis ca. 40 km Menge bis:	t	0,83	495,00	15,83	160
		1 t		12,50	495,00	x 10,0	
		bis 500 t		5,11	51,28	x 1,0	
		bis 1000 t		5,01	38,50	x 1,0	
		bis 5000 t		5,01	54,65	x 0,9	
		bis 10000 t		5,01	38,50	x 0,85	
		> 10000 t		0,83	36,30	x 0,8	
		Zulage für Transport in Mulden		2,14	17,09	7,82	17
	02	Bodenaushub belastet, Transportentfernung bis ca. 10 km Menge bis:	m³	1,55	30,85	15,97	20
		1000 m³		5,24	30,85	x 1,0	
		5000 m³		1,87	22,00	x 0,95	
		10000 m³		1,87	30,85	x 0,9	
		> 10000 m³		1,55	2,54	x 0,2	
	03	Bauschutt belastet, Transportentfernung bis ca. 40 km Menge bis:	t	5,88	495,00	14,38	83
		1 t		12,50	495,00	x 12,0	
		500 t		6,14	39,60	x 1,0	
		1000 t		6,03	39,60	x 1,0	
		5000 t		6,03	39,60	x 0,95	
		> 5000 t		5,88	39,60	x 0,95	
		Zulage für Transport in Mulden					
	04	Unterirdischer Pflanzenteile, Transport zur MVA ca. 10-15 km, inkl. Gebühren	t	25,00	157,98	92,72	6
	05	Sondermüllsammelbehälter transportieren (Spannringfässer, Big Bags, usw.), Entfernung max. 80 km einfache Fahrt	Stck.	40,00	866,64	250,52	12
	06	Container transportieren	km	1,05	19,40	4,51	7
	07	Schlussreinigung der Transportfahrzeuge (Vorreinigung + Hochdruckreinigung) inkl. Sammlung + Entsorgung des Waschwassers	psch.	1.580,11	2.473,96	1.924,50	5
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998							

81.4 Sonstige Leistungen (Abfallbehältnisse, Beräumung, Nachweisverfahren)

81.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Dieser Teilleistungsbereich umfasst die Gestellung von Abfallbehältnissen (Containern, Big-Bags u.a.), Leistungen zur Beräumung des Baugeländes von Abfällen sowie die Durchführung des Entsorgungsnachweisverfahrens.

Abfallbehältnisse

Container dienen zur flexiblen Aufnahme von belastetem Bodenaushub und Bauschutt aus kleinflächigen und / oder vereinzelter Kontaminationsbereichen auf dem gesamten Baugelände sowie zum Transport von Abfällen von der Anfallstelle zum Zwischenlager. Im Rahmen von Rückbaumaßnahmen können sie zur getrennten Sammlung, Lagerung und Beförderung der anfallenden Abfälle zweckmäßig eingesetzt werden. Sie stehen in unterschiedlichen Größen (4 – 38 m³) und Ausführungen (z. B. flüssigkeitsdicht, mit / ohne Deckel) zur Verfügung.

Spezialbehältersysteme unterschiedlicher Größe (0,25 – 36 m³) und Ausführung (z. B. Metallfässer, Kunststofffässer) existieren für die Sammlung und den Transport von Sonderabfällen in fester, pastöser oder flüssiger Form. Diese Behälter müssen eine Bauartzulassung aufweisen, bzw. TÜV-geprüft sein.

Big-Bags sind Containersäcke aus recyclebaren Polypropylenweben und Polyethylenfolien. Sie sind in verschiedenen Größen (0,25 – 3 m³) und Ausführungen (z. B. flüssigkeits-/staubdicht, luftdurchlässig, elektrisch leitfähig) erhältlich. Für die Aufnahme von Platten oder anderen flächigen Teilen (z. B. Asbestzementplatten) stehen speziell angefertigte Platten-Big-Bags zur Verfügung. Für den Transport von Gefahrgut der Klassen 2 und 3 (s. Kap. 81.3.1) dürfen nur Big-Bags mit UN-Zulassung eingesetzt werden.

Nachweisverfahren

Die Nachweisverordnung regelt die Nachweisführung für die Entsorgung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle im Grundverfahren und im privilegierten Verfahren sowie für die Entsorgung überwachungsbedürftiger Abfälle. Sie schreibt Art und Umfang der erforderlichen Dokumentationen (Nachweisbücher) vor.

Mit der Novellierung der Nachweisverordnung wurden u. a. folgende Punkte geändert:

- Für jeden Entsorgungsnachweis ist eine Deklarationsanalytik erforderlich (§§ 3, 4, 8, 9).
- Ein Sammelentsorgungsnachweis kann auch für die Sammlung von Altölen derselben Sammelkategorie oder den Sammelkategorien 2-4 sowie für die Sammlung von Althölzern derselben Altholzkategorie A I bis A IV genutzt werden (§ 8).
- Bei überwachungsbedürftigen Abfällen kann der Nachweis des Verbleibs durch einen Übernahme- oder Lieferschein geführt werden.
- Im privilegierten Verfahren erfüllt der Abfallerzeuger seine Anzeigepflicht nach § 43 bzw. § 46 KrW-/AbfG durch Übermittlung einer Ablichtung der erforderlichen Nachweiserklärungen an die zuständige Behörde, das bisherige selbständige Anzeigeverfahren entfällt.

81.4.2 Kostenermittlung

81.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

Die Gestellung von Containern wird zumeist als Pauschale pro Stück einschließlich Vorhalten und Abtransport abgerechnet. Über die vorgesehene Bauzeit hinausgehende Vorhaltung wird gesondert abgerechnet. Bei der Kostenermittlung für Containerdienstleistungen wurde dies entsprechend berücksichtigt.

Zumeist wird die Abrechnung der Containergestellung mit dem Transport und der Entsorgung der Abfälle kombiniert, möglich ist auch eine spezielle Preisbildung über Rahmenverträge zwischen Abfallerzeuger und Entsorgungsunternehmen für alle in Verbindung mit der Entsorgung stehenden Leistungen.

Vor diesem Hintergrund können die im Leistungsregister angegebenen Kostenansätze nur als Richtwerte verstanden und angewendet werden.

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Beräumung des Geländes von		
Altreifen, Holzschwellen	Stck.	
Metallabfälle	m³.	
Siedlungsabfälle, Hausmüll	m³	
Container		
bereitstellen und abtransportieren	Stck.	
vorhalten	Mt	Wo
Abfallbehältnisse Einweg (Big-Bags, Fässer etc.)	Stck.	
Entsorgungsnachweisverfahren		
Entsorgungsnachweis erstellen	Stck.	
Übernahmeschein / Begleitschein erstellen	Stck.	

81.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 11-20-00	Probenahme
LB 13-00-00	Chemisch-physikalische Analytik
LB 22-00-00	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen
LB 26-00-00	Zwischenlagerung
LB 28-00-00	Kanalsanierung
LB 40-00-00	Rückbau
bis 46-00-00	
LB 80-00-00	Baustoffaufbereitung, Konditionierung, Vorbehandlung

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 40 00 Sonstige Leistungen

OZ		Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
				min	max	mittel	
81	41 00	Container liefern, vorhalten und abholen					
	01	Multilift-/ Absetzcontainer offen Volumen:	Mt	54,70	225,61	95,87	6
		36/38 m³		54,70	225,61	x 1,0	
		30 m³				x 0,9 *	
		20/23 m³				x 0,8 *	
		10/13 m³				x 0,55 *	
		7 m³				x 0,4 *	
		4 m³				x 0,36 *	
	02	Multilift-/ Absetzcontainer mit Deckel Volumen:	Mt	0,01	100,00	28,80	69
		36/38 m³		#	#	x #	
		30 m³		#	#	x #	
		20/23 m³		#	#	x #	
		10/13 m³		4,89	100,00	x 1,0	
		7 m³		0,01	75,83	x 0,5	
		4 m³		0,07	25,42	x 0,3	
	03	Spezialcontainer für Leuchtstoffröhren	Mt			14,32 *	
	04	Multilift-/ Absetzcontainer 5/7 m³, auslaufsicher, mit Deckel	Mt	76,69	441,76	190,85	15
	05	Absetzmulde, wasserdicht, verschließbar, nach DIN 30720 sowie Zulassung nach GGVS, Volumen 10 m³	Mt	276,10	1.932,68	728,25	8
	06	Deckelmulde (~ 5 m³) wasserdicht u. luftdicht verschließbar, liefern, vorhalten, betreiben und entfernen; zur Aufnahme von kontaminierten Bohrgut/ Bodenaushub/ Ölschlamm aus Leitungen	Stck.	41,01	1.709,41	260,25	19
	07	Container (12 m³), vorhalten, entsorgen und entfernen, zur Aufnahme von Material aus der Kanalreinigung (Mörtelreste, Erde, Schlämme, Wurzeln etc.)	Stck.	92,03	306,78	167,02	3
	08	Container (15 m³, wasserdicht, verschließbar) liefern, betriebsfertig aufstellen und wieder abtransportieren; zur Zwischenlagerung des Spülgutes bei Kapazitätsengpässen	Stck.	350,00	4.850,00	2.188,00	5
	09	Container (15 m³, wasserdicht, verschließbar) zur Zwischenlagerung des Spülgutes bei Kapazitätsengpässen vor- und unterhalten einschl. Betriebs- und Wartungskosten	Wo	175,00	990,00	643,00	5
	10	Tank (10 m³) zum Sammeln und Auffangen von kontaminiertem Wasser an- und abtransportieren, vorhalten und reinigen	Stck.	179,00	1.789,52	984,26	2
	11	Tank (10 m³) für die Zwischenlagerung des Öl-Wasser-Gemisches aus der Baugrube vorhalten inkl. anschließender Reinigung	psch.	127,82	127,82	127,82	1
	12	Stahlblechdeckel für Container liefern und vorhalten, mit umlaufender Dichtung	Stck.	11,12	1.522,09	394,96	6
	13	Selbstpresscontainer	Mt			255,65 *	
	14	Fass für kontaminierten Bodenaushub liefern und vorhalten Größe:	Stck.	58,80	253,13	94,04	12
		150 l		58,80	178,80	x 1,0	
		220 l		80,85	253,13	x 1,3	
	15	Fässer, mit kontaminierten Bodenaushub entladen (Fassvolumen 150 l/ 220 l)	t	4,11	8,12	5,64	10

LB-AF Nr. Leistungsbereich
81 40 00 Sonstige Leistungen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
81 42 00	Container liefern inkl. Entsorgung der Abfallstoffe					
01	Container mit Abdeckplane liefern, einschl. Kennzeichnung, Transport bis 50 km und Entsorgung, Volumen mind. 7 m³ Abfallstoff:	Stck.	2,61	965,00	121,84	166
	Metall		2,61	965,00	x 1,0	
	Holz		56,41	496,69	x 1,2	
	Kunststoffe		60,58	470,56	x 1,2	
	Papier, Kartonage		71,88	650,00	x 3,0	
	Baustellenmischabfälle und Restmüll		51,13	601,26	x 1,9	
02	Container liefern/ vorhalten, mind. 7 m³	d	2,35	126,54	29,24	18
03	Wasserdicht verschließbaren Container 10 m³ liefern, vorhalten, abtransportieren, einschl. Aufnehmen, Verladen und Entsorgung von kontaminiertem Bodenaushub	d	12,00	150,00	63,25	4
81 43 00	Einmalverwendbare Transportbehälter					
01	Asbestabfallsack (PE) reißfest, liefern und vorhalten	Stck.	0,61	0,61	0,61	1
02	Big-Bag liefern und vorhalten	Stck.	10,00	256,99	46,12	13
03	Spannringfässer 200 l liefern und vorhalten	Stck.	20,22	287,13	85,76	25
81 44 00	Sortierung, Separierung					
01	Mischhaufwerke mit sortenreiner Trennung vorsortieren, Aufnahme und Beladung in bereitgestellte Container	m³	5,10	5,10	5,10	1
81 45 00	Beräumung des Geländes					
01	Altreifen auf dem gesamten Gelände einsammeln und zum bereitgestellten Container transportieren	Stck.	2,05	2,05	2,05	1
02	Fremdstoffe bergen, ggf. grob reinigen und nach Abfallarten separieren	t	50,62	374,19	134,96	11
03	Holzschwellen z.T. zerstört aufnehmen und zu bereitgestellten Containern transportieren	Stck.	1,30	11,20	3,29	7
04	Metallteile verschiedenster Art aufnehmen und zu bereitgestellten Containern transportieren	m³	25,60	25,60	25,60	1
05	Saugwageneinsatz mit 7 m³ Fassungsvermögen auf dem ges. Baugelände zur Aufnahme belasteter Wässer	psch.	153,39	511,29	290,40	10
06	Siedlungsabfälle, Hausmüll auf dem Gelände aufnehmen und zu bereitgestellten Containern transportieren	m³	46,00	46,00	46,00	1
81 46 00	Nachweisverfahren					
01	Entsorgungsnachweis	Stck.	8,40	795,33	212,31	42
02	Übernahmeschein/ Begleitschein	Stck.	6,13	15,00	11,49	6
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

90 Personal, Löhne und Gehälter

LB-AF Leistungsbereich
Nr.

90 00 00 Löhne und Gehälter

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
90 10 00	Bauarbeiten							
	01	Baufacharbeiter	h	13,10	51,13	33,97	117	
	02	Baufacharbeiter (gehobener)	h	31,74	75,00	42,98	23	
	03	Baufachwerker	h	12,50	49,73	33,23	56	
	04	Bauwerker	h	18,54	70,00	32,65	67	
	05	Bauhelfer	h	17,80	47,38	30,57	69	
	06	Bauleiter	h	27,61	63,91	50,05	7	
	07	Baumaschinen-Fachmeister	h	4,14	53,82	38,03	12	
	08	Baumaschinen-Vorarbeiter	h	4,04	53,82	35,74	24	
	09	Maschinen-Führer	h	4,04	53,83	34,37	62	
	10	Monteur- / Schlosser	h	38,35	50,11	43,80	3	
	11	Polier	h	4,27	68,26	39,91	87	
	12	Schachtmeister	h	27,30	95,44	45,69	63	
	13	Schweißer	h	24,93	94,59	40,22	20	
	14	Spezialbaufacharbeiter	h	24,80	52,91	37,69	48	
	15	Vorarbeiter (Berufsgruppe II)	h	20,45	82,40	39,02	87	
16	Werkpolier	h	27,90	60,14	42,44	26		
90 20 00	Geotechnische Feldarbeiten							
	01	Bohr-, Sondiergehilfe	h	15,00	35,79	24,81	9	
	02	Bohrmeister, Sondierleiter, Projektleiter	h	53,69	66,47	60,38	6	
	03	Vermessungsteam	h	127,82	281,21	204,52	2	
	04	Brunnenbau-Vorarbeiter	h	50,11	50,11	50,11	1	
	05	Brunnenbau-Facharbeiter	h	42,95	42,95	42,95	1	
90 30 00	Ingenieurleistungen							
	01	Chemielaborant/in	h	25,00	45,00	37,46	8	
	02	Dipl.-Chemiker/in	h	43,50	80,00	61,40	9	
	03	Dipl.-Geologe/in	h	43,50	43,50	43,50	1	
	04	Dipl.-Ingenieur/in (Uni/ FH)	h	35,00	71,01	58,28	27	
	05	Programmierer/in	h	45,00	68,25	55,81	4	
	06	Projektleiter/in	h	51,04	61,36	55,36	3	
	07	Techniker/in	h	25,00	56,81	42,33	24	
90 40 00	Schadstoffsanierungen gem. TRGS 519/521							
	01	Aufsichtführender	h	33,65	36,45	35,06	4	
	02	Sanierungsvorarbeiter	h	31,65	34,45	33,28	4	
	03	Sanierungsfacharbeiter	h	30,64	35,28	32,57	10	
90 50 00	Kampfmittelsuche und -bergung							
	01	Befähigungsscheininhaber nach § 20 SprengG	h	38,35	60,10	45,37	13	
	02	Bergungstrupp zur manuellen Bergung von Verdachtspunkten ohne Baugerät	h	135,00	147,00	141,00	2	
	03	Bergungstrupp mit Hydraulikbagger zur Bergung von Verdachtspunkten	h	208,00	208,00	208,00	1	
	04	Bohrkolonne mit Feuerwerker für Bohrlochsondierungen	h	143,00	350,00	200,10	4	
	05	Räumarbeiter / Sondierer	h	28,10	109,00	39,05	11	

LB-AF
Nr.

Leistungsbereich

90 00 00 Löhne und Gehälter

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
90	60	00	Zulagen, Sonstiges					
		01	Erschwerniszulage für Arbeiten in kontaminierten Bereichen mit persönlicher Schutzausrüstung, leichte Schutzstufe (Halbmaske, Schutzstiefel, -handschuhe, Schutzanzug)	h	0,01	18,84	5,26	31
		02	Erschwerniszulage für das Tragen von Vollschutzanzügen, Vollschutz	h	3,78	175,00	33,71	23
		03	Erschwerniszulage für das Tragen von Filtergeräten ohne Gebläseunterstützung	h	1,27	191,73	13,31	89
		04	Erschwerniszulage für das Tragen von Filtergeräten mit Gebläseunterstützung	h	3,00	153,39	25,96	30
		05	Erschwerniszulage für das Tragen von Isoliergeräten	h	#	#	#	0
		06	Erschwerniszulage für das Tragen von Chemikalienanzug und umgebungsluftunabhängigen Atemschutz (Vollschutz)	h	10,00	30,60	16,71	5
		07	Zuschläge für Nacht-, Sonntags- und Feiertagsarbeit für Bauvorarbeiter oder dgl. (Berufsgruppe II)	h	7,25	23,32	16,04	6
		08	Zuschläge für Nacht-, Sonntags- und Feiertagsarbeit für Spezialfachbauarbeiter (Berufsgruppe III 1 und III 2)	h	6,58	22,16	15,47	6
		09	Zuschläge für Nacht-, Sonntags- und Feiertagsarbeit für Gehobene Baufacharbeiter und Baufachwerker (Berufsgruppe IV + VI)	h	5,90	20,99	14,21	11
		10	Zuschläge für Nacht-, Sonntags- und Feiertagsarbeit für Helfer	h	5,69	18,75	13,52	6
		11	Ein- und Unterweisung auf der Baustelle (Beschäftigten-Betriebsanweisung nach §20 GefStoffV)	h/pers.	10,74	29,79	20,27	2
# keine Kostendaten vorhanden								
* Daten aus LB 1997 / 1998								

91 Geräte und Maschinen

LB-AF Nr. Leistungsbereich
91 00 00 Geräte und Maschinen

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl	
					min	max	mittel		
91	10	00	An- / Abtransport						
		01	Hydraulikbagger (Kettenfahrwerk), 23 to	Stck.	150,00	1.500,00	461,53	12	
		02	Mobilbagger, 9 to / 15 to	Stck.	150,00	1.200,00	355,28	20	
		03	Radlader, < 45 kW	Stck.	150,00	1.200,00	345,60	10	
		04	Radlader, > 70 kW	Stck.	100,00	430,11	217,85	10	
91	20	00	Bagger / Krane (inkl. Geräteführer + Betriebsstoffe) Bagger:						
		01	Bagger, Schaufelinhalt bis 1,0 m³	h	13,10	180,00	64,63	110	
			mit Filterkabine		33,06	110,80	x 1,2		
			ohne Filterkabine		13,10	180,00	x 1,0		
		02	Bagger, Schaufelinhalt 1,0-2,0 m³	h	16,30	145,33	74,32	74	
			mit Filterkabine		37,73	105,00	x 1,1		
			ohne Filterkabine		16,30	145,33	x 1,0		
		03	Bagger, Schaufelinhalt 2,0-3,0 m³	h	37,73	200,00	85,85	24	
			mit Filterkabine		45,02	200,00	x 1,1		
			ohne Filterkabine		37,73	123,33	x 1,0		
		04	Hydraulikbagger + Meißel	h	11,73	153,39	60,51	32	
			mit Filterkabine		11,73	120,00	x 1,1		
			ohne Filterkabine		11,73	153,39	x 1,0		
		05	Hydraulikbagger mit Tieföffel	h	58,80	127,82	82,42	14	
		06	Hydraulikbagger + Betonzange	h	19,60	58,80	41,07	7	
		07	Hydraulikbagger (Kettenfahrwerk), > 126 KW, mit Tief- öffel, einschl. Wechsellvorrichtung für Schrottschere, Betonzange und Meißelhammer	h	63,91	135,49	94,47	19	
		08	Hydraulikbagger, Raupenfahrzeug, < 75 kW	h	49,24	96,74	80,00	5	
		09	Hydraulikbagger, Raupenfahrzeug, > 75 kW	h	60,00	113,51	93,13	8	
		10	Hydraulikbagger, Mobilfahrzeug, < 75 kW	h	49,24	98,42	74,78	5	
		11	Hydraulikbagger, Mobilfahrzeug, > 75 kW	h	65,66	115,30	89,96	5	
		12	Kleinbagger 5 to, mit Schaufel	h	35,00	70,00	56,42	10	
		13	Kleinbagger (ca. 50 kW), mit Greifer	h	56,24	56,24	56,24	1	
		14	Kompaktbagger	h	49,24	85,13	72,94	5	
		15	Seilbagger	h	16,50	162,45	100,85	6	
		16	Teleskopbagger > 1,3 m³	h	18,76	153,39	76,71	12	
				Krane:					
			17	Autokran bis 20 t	h	92,03	102,26	98,04	4
	18	Autokran bis 100 t	h	38,23	144,44	87,92	6		
	19	Autokran bis 200 t	h	9,28	188,89	195,51	6		
	20	Autokran bis 400 t	h	121,56	265,59	194,65	6		
91	30	00	Baugeräte zur Kampfmittelerkundung und -räumung						
		01	Computergestützte Sonde für die Kampfmittelsuche inkl. Auswertegerät	h	#	#	#	0	
		02	Hebeballons zum Heben und Verlegen von Bomben- blindgängern	Stck.	#	#	#	0	
		03	Minen-Suchgerät für die Land- und Wasserortung von Verdachtspunkten	h	#	#	#	0	
		04	Radlader für die Kampfmittelräumung bis 30 KW	h	#	#	#	0	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
91 00 00 Geräte und Maschinen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
05	Radlader für die Kampfmittelräumung bis 100 KW	h	#	#	#	0
06	Schneidgerät (Fugenschneider) zum Vorschneiden von Oberflächenbefestigungen wie Beton, Asphaltdecken etc.	h	#	#	#	0
07	Sonde für die Kampfmittelsuche	h	#	#	#	0
08	Spezialhydraulikbagger mit Panzerverglasung für die Kampfmittelräumung bis 40 KW	h	#	#	#	0
09	Spezialhydraulikbagger mit Panzerverglasung für die Kampfmittelräumung Schaufelinhalt bis 0,4 m³	h	41,00	229,00	120,20	5
10	Spezialhydraulikbagger mit Panzerverglasung für die Kampfmittelräumung Schaufelinhalt 0,4 - 1,0 m³	h	52,00	324,00	116,92	6
11	Spezialhydraulikbagger mit Panzerverglasung für die Kampfmittelräumung bis 100 KW	h	#	#	#	0
12	Stege und Plattformen (unmagnetisch) für Sondierarbeiten	Stck.	#	#	#	0
13	Tieflader einschließlich Zugmaschine zum An- und Abtransport der Maschinen, Container etc.	h	#	#	#	0
14	tragbares Erdbohrgerät	h	#	#	#	0
91 40 00	LKW					
01	LKW 2,5 t	h			20,00 *	
02	LKW oder Kombi, bis 8 t	h	33,23	61,74	44,28	20
03	LKW 3-Achser, 8 t, Allradantrieb	h	7,92	83,39	44,62	67
04	LKW 3-Achser, >10 t	h			56,00 *	
05	LKW 4-Achser, 12 t	h	11,80	68,55	44,64	35
06	LKW 4-Achser, 12 t, Allradantrieb	h	15,69	77,88	47,44	32
07	LKW 4-Achser, 12 t, mit Filterkabine	h	45,66	87,38	65,20	8
08	LKW, 15 t Allradantrieb	h	37,60	93,46	56,75	28
09	LKW Kipper, 20 t, Allradantrieb	h	41,41	87,66	60,24	24
10	LKW Sattelzug, 20 t	h	43,01	60,00	52,70	10
11	LKW Sattelzug, 25 t	h	18,24	165,00	64,46	41
12	LKW Sattelzug, 30 t	h	55,00	106,95	72,80	9
13	Unimog 2 t Nutzlast	h			35,00 *	
14	LKW Pritschenwagen min 3 t Nutzlast	h	33,23	72,22	42,03	12
91 50 00	Radlader / Raupen / Raupenlader (inkl. Geräteführer + Betriebsstoffe)					
	Radlader:					
01	Radlader < 45 kW	h	26,10	82,83	60,28	25
02	Radlader 45-75 kW	h	43,46	143,57	68,29	47
03	Radlader > 75 kW	h	16,30	136,35	66,65	66
04	Radlader > 150 kW (Schaufelvolumen 4 m³)	h	69,21	115,55	87,43	6
05	Radlader	h	36,95	150,00	65,18	16
	mit Filterkabine		42,61	150,00	x 1,1	
	ohne Filterkabine		36,95	115,00	x 1,2	
06	Radlader mit Wiegeeinrichtung	h	55,22	92,03	71,89	7
	Raupen / Raupenlader:					
07	Planierraupe < 75 kW	h	16,30	110,80	67,51	47
08	Planierraupe 55-88 KW	h	16,82	84,64	66,27	12
09	Planierraupe > 75 kW	h	15,70	649,30	69,06	30
10	Raupenlader >75 KW (Frontlader)	h	60,00	86,89	74,80	9
11	Raupenlader	h	37,09	95,56	54,69	12
	mit Filterkabine		37,09	95,56	x 1,1	
	ohne Filterkabine		37,09	71,11	x 1,0	

LB-AF Nr. Leistungsbereich
91 00 00 Geräte und Maschinen

OZ			Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
					min	max	mittel	
91	60	00	Verdichtungsgeräte / Walzen (inkl. Geräteführer + Betriebsstoffe) Verdichtungsgeräte:					
		01	Grabenverdichter (Flächenrüttler, Stampfer)	h	5,11	69,33	36,49	39
		02	Mittelschweres Verdichtungsgerät (Walze, Flächenrüttler (min. 0,8 t))	h	8,86	86,14	39,29	44
		03	Rüttelplatte	h	2,60	56,75	25,46	24
			Walzen:					
		04	Grabenwalze	h	45,10	84,36	57,48	5
		05	Glattmantel-Vibrationswalze, min. 12 t Dienstgewicht	h	13,10	110,00	63,30	52
		06	Leichter Walzenzug, 5 to, Typ L/PD	h	56,00	72,50	62,83	9
		07	Leichter Walzenzug, 5 to, Typ I/D	h	56,00	72,50	62,72	9
		08	Schafffußwalze < 12 t	h	14,40	64,50	31,86	7
		09	Schafffußwalze > 12 t	h	37,58	104,85	66,88	24
		10	Tandem-Vibrationswalze, Allrad	h			148,00 *	
		11	Verdichtungswalze (min. 2 t)	h	24,80	48,57	34,22	6
		12	Verdichtungswalze (min. 8 t)	h	40,90	92,44	62,80	13
		13	Vibrationswalze	h	23,45	97,62	52,15	17
		14	Vibro-Kombiwalze, Allrad, mit Kantendruckgerät	h			102,00 *	
91	70	00	Fahrzeuge für Kanalarbeiten (inkl. Geräteführer + Betriebsstoffe)					
		01	Kanalmuffenprüf- und Instandsetzungsfahrzeug	h	153,39	245,42	191,74	3
		02	Ferngesteuertes Schneid- bzw. Fräsgerät zur Beseitigung von Abflusshindernissen bis DN 250, Entsorgung des Fräsgutes	h	161,06	204,52	181,51	3
		03	Kombi-Hochdruckspül- und Saugfahrzeug, Fassungsvermögen 13 m³, 150 bar / 320 l/min, 1500 m³/h Vakuumpumpe, Saugschlauchanlage 19 m, Spülschlauch 250 m, Spezialdüsen, Saugtiefe bis 8 m	h	89,48	102,26	97,15	3
91	80	00	Sonstiges					
		01	Baustromverteiler DIN VDE 0612 als Anschlussschrank liefern, aufstellen/anschließen, abbauen und abtransportieren	Stck.	441,16	1.789,52	896,59	5
		02	Baustromverteiler DIN VDE 0612 als Anschlussschrank vorhalten und betreiben	Wo	11,81	153,39	46,89	5
		03	Bindemittelspritzmaschine	h			51,00 *	
		04	Bohrhammer, Schlaghammer, Presslufthammer bis 20 kg	h	6,39	66,69	34,32	47
		05	Fahrbahnfertiger	h	85,73	283,77	144,74	5
		06	Gegengewicht bereitstellen für Kontrollprüfungen des AG	h	42,57	82,06	66,87	5
		07	Gegengewicht bereitstellen für Eigenüberwachungsprüfungen	Stck.	27,61	81,80	46,41	7
		08	Grader 60 bis 90 kW	h	65,66	141,88	101,33	5
		09	Heißdampfreinigungsgerät	h	26,64	53,97	42,59	7
		10	Hochdruckreiniger	h	23,01	53,97	39,48	7
		11	Kehrmaschine, Besenwagen	h	8,21	102,56	66,01	18
		12	Kompressor mit Bohr- und Abbruchhammer	h	5,76	48,67	24,06	34
		13	Kompressor 3 m³ Luft/min inkl. Abbauhammer	h	28,12	62,71	42,97	16
		14	Kompressor 5-10 m³ Luft/min inkl. Abbauhammer	h	10,74	83,78	41,39	24
		15	Mobiler Schredder (Stammdurchmesser bis 100 cm)	h	10,23	115,55	67,41	6
		16	Motorkettensäge	h	3,83	45,75	36,75	6
		17	Notstromaggregat	h	4,60	68,60	20,51	7

LB-AF Nr. Leistungsbereich
91 00 00 Geräte und Maschinen

OZ	Text	Einh.	Preis in Euro			Daten- anzahl
			min	max	mittel	
18	Saugwagen mit 7 m³ Fassungsvermögen auf dem Baugelände zur Aufnahme belasteter Wässer einsetzen	Stck.	153,39	511,29	290,40	10
19	Saugwagen für belastete Wässer innerhalb Baufläche einsetzen	h	56,86	166,17	83,62	24
20	Saugfahrzeug zur Absaugung von Heizöl bzw. Kraftstoff aus Tanks, mind. 20 m³	h	654,45	1.022,58	873,03	4
21	Schweißmaschine für Kunststoffdichtungsbahn	h			51,00 *	
22	Tankwagen zur Abfuhr von gefördertem Wasser aus Baugruben	h	255,39	6.135,50	1.516,40	6
23	Warmgasextrusionsschweißgerät	h	#	#	#	0
	Pumpen:					
24	Pumpe mobil	h			14,00 *	
25	Pumpe (Kreislumpumpe)	h	6,39	52,66	21,46	7
26	Unterwasserpumpe (Leistung bis 5 m³/h, Förderhöhe 9 m) inkl.100 m Ableitung + Schwimmerschaltung	h	1,02	17,95	8,31	12
27	Unterwasserpumpe (Leistung bis 20 m³/h, Förderhöhe 9 m) inkl.100 m Ableitung + Schwimmerschaltung	h	0,51	25,56	11,18	12
	Bohrgeräte:					
28	Ankergerät	h	120,00	270,00	187,86	9
29	Bohr- Abbauhammer	h	26,46	147,82	71,07	6
30	Bohrgerät-Vorhaltung	h			36,00 *	
31	Bohrgerät-Einsatz	h	140,00	345,28	261,85	9
32	Großlochbohrgerät	h	79,25	650,64	301,41	11
91 90 00	Stillstandszeiten					
01	Bagger einschl. Geräteführer	h	55,68	159,52	89,08	13
02	Einpressgerät	h	139,24	499,79	328,12	6
03	Radlader einschl. Geräteführer	h	38,35	74,29	50,71	7
04	Vibrationsramme	h	133,44	467,83	317,90	6
05	Regiearbeiten durch Baugeräte (auf Anordnung des AG für notwendige Maßnahmen, die vorher nicht detailliert beschrieben werden konnten)	h	22,70	89,37	59,82	5
# keine Kostendaten vorhanden * Daten aus LB 1997 / 1998						

Links in das „Word Wide Web“ (Stand Jan. 2005)

Die nachfolgende Linkliste enthält eine Auswahl von Internetadressen zu verschiedenen Bereichen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Da das Landesumweltamt keinerlei Einfluss auf den Inhalt der Internetseiten hat, auf die im Leistungsbuch verwiesen wird, kann für den Inhalt dieser Seiten keine Verantwortung übernommen werden.



Abbruch, Rückbau

Abbruchtechnologie

Deutscher Abbruchverband (DA)

www.deutscher-abbruchverband.de

Güteschutz Schornsteinsanierung und Abgasanlagen e.V.

www.gueteschutz-abgasanlagen-schornsteinsanierung.de

Schadstoffratgeber Gebäuderückbau des LfU Bayern

www.bayern.de/lfu/abfall/rueckbau/startseite/index_startseite.php

Verbände

Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband Schweiz (ARV)

www.arv.ch

BABEX - Verbond van Aannemers van Sloopwerken

www.babex.nl

Deutscher Abbruchverband (DA)

www.deutscher-abbruchverband.de

European Demolition Association (EDA)

www.eda-demolition.com

Norddeutscher Asbestsanierungsverband e.V. (NAV)

Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz

www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de



Analytik

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

www.bgkev.de

Deutscher Verband Unabhängiger Prüflaboratorien

www.vup.de

Eurolab Deutschland, Qualitätsmanagement, Produktprüfung, Zertifizierung

www.eurolab-d.bam.de

Fachportal Chemie

www.webelements.com

Laborgeräte, Laborbedarf

www.analytik.de

Probenahme für Umweltprobenbank des Umweltbundesamtes

www.ime.fraunhofer.de



Arbeitsschutz

BAD Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH

www.bad-gmbh.de

BG - Die gewerblichen Berufsgenossenschaften

www.hvbg.de

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

www.baua.de

Fachforum für Arbeitsschutz und Umweltrecht

www.e-lex.de

Informationssystem für den betrieblichen Arbeitsschutz und Umweltschutz

www.goinform.de

Verband der Sicherheits- und Gesundheitskoordinatoren Deutschlands e.V. (V.S.G.K.)

www.sigeko.org



Asbestsanierung

Norddeutscher Asbestsanierungsverband e.V. (NAV)

www.nav-ev.de



Ausschreibung, Vergabe

Bausoftware, kostenlose Download-Versionen

www.plusaufbau.com

BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern

www.baukosten.de

Bundesagentur für Außenwirtschaft

www.bfai.com

DIN – Bauportal, Bautechnik und Baurecht

www.bauportal.de

Gemeinsamer Dienst des Staatsanzeigerverlages mit der Bundesauschreibungsblatt GmbH

www.ausschreibungs-abc.de

Internetführer für das Ausbauhandwerk

www.ausbauguide.de

Internet-Informationsdienst Vergabe

www.vergabe.de

online - Ausschreibungsdienst

www.subreport.de

Vergabe-Handbuch Bund und Baden-Württemberg

www.vergabehandbuch.de

Vergabe Report Deutschland - Öffentliche Ausschreibungen in Deutschland und Europa

www.vergabereport.de



Baugrund

Interdisziplinäre Branchenseite für Baugrund und Geotechnik (Suchmaschine)

www.baugrundinstitute.de



Baustoffaufbereitung

Bauteilnetz Schweiz

www.bauteilnetz.ch

Bouwbank - databank gebruikte bouwmaterialen (Gebrauchte Baustoffe in den Niederlanden)

www.ander.net/bouwbank

Entsorgergemeinschaft Altlasten Bayern e.V.

www.entsorgergemeinschaft-altlasten.de

Entsorgergemeinschaft Bauen für den Umweltschutz

www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de/entsorgergemeinschaft/entsorgergemeinschaft.html

Unternehmerverband Historische Baustoffe e.V.

www.historische-baustoffe.de

international

BABEX - Verbond van Aannemers van Sloopwerken

www.babex.nl

European Demolition Association (EDA)

www.eda-demolition.com

The Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies in Europe

www.clarinet.at



Deponietechnik

DeponieOnline (Suchmaschine und Infoseite)

www.deponie-stief.de

Interdisziplinäre Branchenseite für Baugrund und Geotechnik (Suchmaschine)

www.baugrundinstitute.de

Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz

www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de



Entsorgung

Abfallratgeber Bayern

www.abfallratgeber-bayern.de

ALOIS - Abfall-Online-Informationssystem

www.alois-info.de

Internetportal Sächsische Entsorgungsunternehmen

www.entsorger-sachsen.de

behördeninternes Netzwerk NRW:

ABANDA - Abfallanalyse-Datenbank

www.lua.nrw.de/abfall/anlage4.html

ADDIS - Abfalldeponiedaten-Informationssystem

www.lua.nrw.de/abfall/infosystem.html

AIDA - Abfallinformations- und Datendrehscheibe NRW

www.lua.nrw.de/abfall/infosystem.html

AMEDA - Abfallmengendatenbank: ISA; ASYS; ABILA; NIKLAS; ADDIS

www.lua.nrw.de/abfall/anlage4.html

ENADA - Fachinformationssystem der Entsorgungsanlagen NRW

www.lua.nrw.de/abfall/anlage4.html

Deponien, Verwertungs- und Behandlungsanlagen

Abfallratgeber Bayern

www.abfallratgeber-bayern.de

BVSE-Entsorgungsgemeinschaft e.V.

www.entsorgungsgemeinschaftbvse.de

DeponieOnline (Suchmaschine und Infoseite)

www.deponie-stief.de

Entsorgungsgemeinschaft Altlasten Bayern e.V.

www.entsorgungsgemeinschaft-altlasten.de

Entsorgungsgemeinschaft Bauen und Umwelt mbH

www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de/entsorgungsgemeinschaft/entsorgungsgemeinschaft.html

Entsorgungsgemeinschaft Regionaler Wirtschaftsverkehr e.V.

www.egrw.de

GSB online - Sonderabfall Entsorgung Bayern GmbH

www.gsb-mbh.de

Internetportal Sächsische Entsorgungsunternehmen

www.entsorger-sachsen.de

Niedersächsische Gesellschaft zur Endablagerung von Sonderabfall mbH

www.ngs-mbh.de

Verbände

Arbeitsgemeinschaft der Sonderabfall-Entsorgungs-Gesellschaften der Länder (AGS)

www.info-ags.de

BABEX - Verbond van Aannemers van Sloopwerken

www.babex.nl

Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V.

www.bde.org

Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung e.V.

www.bgl-ev.de

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.

www.bvse.de

Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V.

www.dgaw.de

Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Stahl- und NE-Metall-Recycling-Wirtschaft e.V. (ESN)

www.esn-info.de

European Demolition Association (EDA)

www.eda-demolition.com

Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz

www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de

Verband der bayrischen Entsorgungsunternehmen

www.vbs-ev.de

Verband österreichischer Entsorgungsfachbetriebe (VÖEB)

www.voeb.at



Fachbehörden

national

Umwelt (Bund)

Bundesamt für Naturschutz (BfN)	www.bfn.de
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)	www.bmu.de
Oberfinanzdirektion Hannover - Leitstelle für Boden- und Grundwasserschutz	www.ofd-hannover.de/bqws
Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU)	www.umweltrat.de
Umweltbundesamt	www.umweltbundesamt.de
Umweltministerkonferenz der Bundesländer	www.umweltministerkonferenz.de

Umwelt (Länder)

Baden-Württemberg - Ministerium für Umwelt und Verkehr	www.uvm.baden-wuerttemberg.de
Baden-Württemberg - Landesanstalt für Umweltschutz (LFU)	www.lfu.baden-wuerttemberg.de
Bayern - Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen	www.umweltministerium.bayern.de
Bayern - Landesamt für Umweltschutz (LFU)	www.bayern.de/lfu
Bayern - Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB)	www.altlasten-bayern.de
Berlin - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung	www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/
Brandenburg - Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV)	www.mluv.brandenburg.de
Brandenburg - Landesumweltamt (LUA)	www.brandenburg.de/land/mluv/verwalt/lua.htm
Bremen - Der Senator für Bau, Umwelt und Verkehr	www.bauumwelt.bremen.de
Bremen - Umweltressort des Bremer Senats	www.umwelt.bremen.de
Hamburg - Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt	www.fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/stadtenwicklung-umwelt/start.html
Hessen - Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz	www.mulf.hessen.de
Hessen - Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)	www.hlug.de
Mecklenburg-Vorpommern - Umweltministerium	www.um.mv-regierung.de
Mecklenburg-Vorpommern - Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG)	www.lung.mv-regierung.de
Niedersachsen - Niedersächsisches Umweltministerium	www.mu.niedersachsen.de
NRW - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV)	www.munlv.nrw.de
NRW - Landesumweltamt (LUA)	www.lua.nrw.de
Rheinland-Pfalz - Ministerium für Umwelt und Forsten	www.muf.rlp.de
Saarland - Ministerium für Umwelt	www.umwelt.saarland.de
Saarland - Landesamt für Umweltschutz (LfU)	www.lfu.saarland.de
Sachsen - Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft	www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/index.html
Sachsen - Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG)	www.umwelt.sachsen.de/lfug
Sachsen-Anhalt - Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt	www.mlu.sachsen-anhalt.de
Sachsen-Anhalt - Landesamt für Umweltschutz (LUA)	www.mu.sachsen-anhalt.de/lau/default.htm
Schleswig-Holstein - Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft	www.umwelt.schleswig-holstein.de/servlet/is/154/
Schleswig-Holstein - Landesamt für Natur und Umwelt (LANU)	www.umwelt.schleswig-holstein.de/servlet/is/155/
Thüringen - Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU)	www.thueringen.de/de/tmlnu/index.html
Thüringen - Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG)	www.tlug-jena.de

Bau (Bund, Länder)

Bremen - Der Senator für Bau, Umwelt und Verkehr	www.bauumwelt.bremen.de
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)	www.bbr.bund.de
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)	www.baua.de
Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)	www.bast.de
Bundesarchitektenkammer e.V.	www.bundesarchitektenkammer.de
Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW)	www.bmvbw.de

Sonstige

Baden-Württemberg - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB)	www.lgrb.uni-freiburg.de
Niedersachsen - Landesamt für Bodenforschung (NLFB)	www.nlfb.de
Niedersachsen - Landesamt für Ökologie (NLOE)	www.nloe.de
NRW - Archive in Nordrhein-Westfalen	www.archive.nrw.de
NRW - Geologischer Dienst	www.gd.nrw.de
NRW - Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung (ILS)	www.ils.nrw.de
NRW - Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik (LDS)	www.lds.nrw.de
Rheinland-Pfalz - Landesamt Geologie und Bergbau (LGB)	www.lgb-rlp.de
Statistisches Bundesamt Deutschland	www.statistik-bund.de
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)	www.bgr.de
Bundesanstalt für Gewässerkunde (BAFG); Koblenz Berlin	www.bafg.de
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)	www.bam.de
Bundesanstalt für Wasserbau	www.baw.de
Geozentrum Hannover (Dachorganisation für BGR; NLFB; GGA)	www.geozentrum-hannover.de
Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA)	www.gga-hannover.de

international

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) der Schweiz	www.umwelt-schweiz.ch
Environment Agency Großbritannien	www.environment-agency.gov.uk
Europäische Kommission - Generaldirektion Umwelt	www.europa.eu.int/comm/environment/index_de.htm
Umweltbundesamt (UBA) Österreich	www.umweltbundesamt.at
U.S. Environmental Protection Agency (EPA)	www.epa.gov
The European Union of Agreement (UEAtc)	www.ueatc.com

**Fachverbände / Gremien****national**

Baustoff-Recycling Verband	www.recycling-bau.de
Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.	www.bgkev.de
Bundesverband Boden e.V. (BVB)	www.bvboden.de
Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V. (BAV)	www.altholzverband.de
Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V.	www.bde.org
Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI)	www.bdi.de
Bundesverband der Deutschen Recycling Baustoff-Industrie e.V. (BRB)	www.recyclingbaustoffe.de
Bundesverband Deutscher Stahlhandel (BDS)	www.stahlhandel.com
Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung e.V.	www.bgl-ev.de
Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.	www.bvse.de
Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (BDSV)	www.bdsv.de

Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)	www.labo-deutschland.de
Bund / Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)	www.laga-online.de
Bund / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	www.lawa.de
Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V.	www.dgaw.de
Deutscher Industrie- und Handelskammertag	www.dihk.de
Deutscher Verband Unabhängiger Prüflaboratorien	www.vup.de
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.	www.atv-dvwk.de
Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e.V.	www.gkd-kampfmittelraeumung.de
Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. (ITVA)	www.itv-altlasten.de
Kommunaler Fach- und Berufsverband für Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Winterdienst	www.vks-koeln.de
Landesverband der Recyclingwirtschaft Sachsen e.V.	www.lv-recyclingwirtschaft-sachsen.de
Rohrleitungssanierungsverband e.V. (RSV)	www.rsv-ev.de
Unternehmerverband Historische Baustoffe e.V.	www.historische-baustoffe.de
Verband Deutscher Rohr- und Kanaltechnik- Unternehmen e.V.	www.vdrk.de
Verband der bayrischen Entsorgungsunternehmen	www.vbs-ev.de
Verband der Aluminiumrecycling-Industrie e.V. (VAR)	www.var-alurecycling.de
Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	www.vdi.de
Zentralverband des Deutschen Baugewerbes	www.zdb.de
Zentralverband des Deutschen Handwerks	www.zdh.de

international

Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband Schweiz (ARV)	www.arv.ch
Bureau of International Recycling, (Dachverband Recyclingindustrie weltweit)	www.bir.org
European Environment Information and Observation Network (EIONET)	www.eionet.eu.int
European Organisation for Technical Approvals (EOTA)	www.eota.be
F.I.R.-Organisation (Federation Internationale du Recyclage); Internationale Vereinigung Baustoff-Recycling	www.fir-recycling.nl
Österreichischer Baustoff-Recycling Verband e.V. (BRV)	www.brvt.at
Verband der Europäischen Bauwirtschaft	www.fiec.org
Verband österreichischer Entsorgungsfachbetriebe (VÖEB)	www.voeb.at



Fachzeitschriften

Altlasten Spektrum	www.altlastenspektrum-itva.de
EUWID Recycling und Entsorgung (Europäischer Wirtschaftsdienst)	www.recycle.de
EUWID Wasser und Abwasser (Europäischer Wirtschaftsdienst)	www.euwid-wasser.de
Recycling-Magazin	www.recyclingmagazin.de
Science Direct Web Editions (Suchmaschine Fachzeitschriften)	www.sciencedirect.com
Scientific Journals (Umwelt, Medizin, Chemie, Analytik etc.)	http://www.scientificjournals.com
Umweltmagazin (Springer VDI Verlag)	www.umweltmagazin.de
Umweltpraxis	www.umweltpraxis.de



Forschungsverbünde

bmb + f Forschungsverbund - Reinigungswände und -barrieren im Netzwerkverbund

www.rubin-online.de

CORONA (Grundwasserschutz und –sanierung in Europa, NA)

www.shelf.ac.uk/corona

KORA - Kontrollierter natürlicher Rückbau und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontam. Grundwässer und Böden; BMBF

www.natural-attenuation.de

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV)

www.fgsv.de

Forschungsvereinigung Recycling und Wertstoffverwertung im Bauwesen e.V.

www.rwb-bremen.de

United States and German Bilateral Working Group

www.bilateral-wg.org



Gefahrstoffe

Informationsportal Gefahrstoffe, Gefahrstoffdatenbank der Länder

www.gefahrstoff-info.de

Informationsseite Methyl-Tertiär-Butyl-Ether (MTBE)

www.mtbe.de

Informationssystem gefährliche/umweltrelevante Stoffe (IGS)

www.lua.nrw.de

Schadstofflexikon

www.arguk.de



Kampfmittelerkundung

Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e.V.

www.gkd-kampfmittelraeumung.de



Kanalsanierung

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

www.atv-dvwwk.de

Gütesicherung Kanalbau

www.kanalbau.com

Rohrleitungssanierungsverband e.V. (RSV)

www.rsv-ev.de

Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz

www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de

Verband Deutscher Rohr- und Kanaltechnik- Unternehmen e.V.

www.vdrk.de



Natural Attenuation

Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz

www.arbeitshilfen-bogws.de

KORA - Kontrollierter natürlicher Rückbau und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontam. Grundwässer und Böden; BMBF

www.natural-attenuation.de



Projektsteuerung

Deutscher Verband der Projektsteuerer e.V.

www.bau.uni-wuppertal.de/dvpneu.nsf

Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V.

www.gpm-ipma.de



Qualitätssicherung, Normung

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
 Deutsches Institut für Bautechnik
 Deutsches Institut für Normung e.V.
 DIN – Bauportal, Bautechnik und Baurecht
 RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.
 Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)

www.bam.de
www.dibt.de
www.din.de
www.bauportal.de
www.ral.de
www.vob-online.de



Reaktive Systeme

Reaktive Wände

www.rubin-online.de



Recycling

Bauschutt

Entsorgungsgemeinschaft Altlasten Bayern e.V.
 Entsorgungsgemeinschaft Bauen und Umwelt mbH

www.entsorgungsgemeinschaft-altlasten.de
www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de/entsorgungsgemeinschaft/entsorgungsgemeinschaft.html
www.lv-recyclingwirtschaft-sachsen.de

Landesverband der Recyclingwirtschaft Sachsen e.V.

Sonstige Materialien

Aluminiumrecycling
 Beteiligungs- und Kunststoffverwertungsgesellschaft
 Deutsche Gesellschaft für Kunststoff-Recycling mbH
 Edelmetall-Rückgewinnung
 Entsorgungsgemeinschaft Altlasten Bayern e.V.
 Entsorgungsgemeinschaft Bauen und Umwelt mbH

www.var-alurecycling.de
www.bkv-gmbh.de
www.dkr.de
www.edelmetall-recycling.com
www.entsorgungsgemeinschaft-altlasten.de
www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de/entsorgungsgemeinschaft/entsorgungsgemeinschaft.html

Gesellschaft zur Rückführung industrieller und gewerblicher Kunststoffverpackungen

www.rigk.de

Kabelrecycling

www.kabelzerleger.de

PVC-Recycling

www.agpu.com

RecyTrade - EuPC Plastics Recycling Market
 europäisches Kunststoffrecycling

www.recytrade.com

Recyclingbörsen

ALOIS (Abfall-Online-Informationssystem), Boden und Bauschuttbörse
 Auktionsplattform für Abfälle und Wertstoffe
 Baumaterial-Recycling-Börse
 Bauteilnetz Schweiz
 Bouwbank - databank gebruikte bouwmaterialien (Gebrauchte Baustoffe in den Niederlanden)
 Global Recycling Network (GRN), europäische Baustoffbörse
 IHK – Recyclingbörse
 Umweltforum Europa (Wertstoffbörse)
 Unternehmerverband Historische Baustoffe e.V.

www.alois-info.de
www.deponie.de
www.umzuege-heinen.de/baucycle
www.bauteilnetz.ch
www.ander.net/bouwbank
www.grn.com
recy.ihk.de
www.mut-online.de/cgi-bin/mut.pl?home
www.historische-baustoffe.de

Recyclingverbände

European Demolition Association (EDA)	www.eda-demolition.com
BABEX - Verbond van Aannemers van Sloopwerken	www.babex.nl
Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V.	www.bde.org
Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.	www.bvse.de
Bundesverband Baustoffe Steine + Erden e.V.	www.baustoffindustrie.de
Verband der bayerischen Entsorgungsunternehmen	www.vbs-ev.de
Verband österreichischer Entsorgungsfachbetriebe (VÖEB)	www.voeb.at
Landesverband der Recyclingwirtschaft Sachsen e.V.	www.lv-recyclingwirtschaft-sachsen.de
Baustoff-Recycling Verband	www.recycling-bau.de
Bundesverband der Deutschen Recycling Baustoff-Industrie e.V. (BRB)	www.recyclingbaustoffe.de
Österreichischer Baustoff-Recycling Verband e.V. (BRV)	www.br.v.at
F.I.R.-Organisation (Federation Internationale du Recyclage); Internationale Vereinigung Baustoff-Recycling	www.fir-recycling.nl
Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband Schweiz (ARV)	www.arv.ch
Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V. (BAV)	www.altholzverband.de
Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (BDSV)	www.bds.v.de
Bundesverband Deutscher Stahlhandel (BDS)	www.stahlhandel.com
Wirtschaftsvereinigung Stahl (WVS)	www.stahl-online.de
Steel Recycling Institute (SRI), Stahlrecycling USA	www.recycle-steel.org
Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Stahl- und NE-Metall-Recycling-Wirtschaft e.V. (ESN)	www.esn-info.de
Arbeitsausschuss Kabelzerleger im Verein Deutscher Metallhändler e.V. (VDM)	www.kabelzerleger.de
Verband der Aluminiumrecycling-Industrie e.V. (VAR)	www.var-alurecycling.de
Bureau of International Recycling, (Dachverband Recyclingindustrie weltweit)	www.bir.org



Spezialtiefbau, Geotechnik

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)	www.bgr.de
Interdisziplinäre Branchenseite für Baugrund und Geotechnik (Suchmaschine)	www.baugrundinstitute.de
Überwachungsgemeinschaft Bauen für den Umweltschutz	www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de



Umweltinformation allgemein

national

Agenda 21 NRW	www.agenda21nrw.de
Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz	www.arbeitshilfen-BoGwS.de
Boden-Informations-System NRW (BIS)	www.munlv.nrw.de/sites/arbeitsbereiche/boden/BIS/index.htm
DeponieOnline (Suchmaschine und Infoseite)	www.deponie-stief.de
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	www.dbu.de
Forum Bodenschutz und Altlasten	www.forum-bodenschutz.de
German Environmental Information Network (Umweltinformationsnetz Deutschland)	www.gein.de
IndustrieNet, Firmendatenbank	www.industrienet.de

Infonet-Umwelt Schleswig-Holstein	www.umwelt.schleswig-holstein.de
Informationsplattform im Umweltschutz	www.umwelt-online.de
Informationssystem für den betrieblichen Arbeitsschutz und Umweltschutz	www.goinform.de
Internetportal Bodenschutz, Information allgemein	www.bodenwelten.de
The Environmental Network (Suchmaschine deutschsprachig)	www.envinet.com
Umweltatlas Hessen	www.atlas.umwelt.hessen.de
Umweltdatenkatalog des Bundes und der Länder	www.umweltdatenkatalog.de
Umweltdaten NRW online	www.uis.munlv.nrw.de
Umwelt Deutschland (Hrsg. Umweltbundesamt, BUNR)	www.umwelt-deutschland.de

international

European Land and Soil Alliance (ELSA) e.V - Bodenbündnis europäischer Städte, Kreise und Gemeinden	www.bodenbuendnis.org
Firmendatenbank Europa	www.wfwoonline.de
Umwelt unter einem D, A , CH, Suchmaschine für Deutschland, Österreich, Schweiz	www.umweltdatenbank.de



Umwelt- und geotechnische Felduntersuchungen

Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz	www.arbeitshilfen-bogws.de
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.	www.atv-dvvk.de
Probenahme für Umweltprobenbank des Umweltbundesamtes	www.ime.fraunhofer.de



Umweltrecht

Fachforum für Arbeitsschutz und Umweltrecht	www.e-lex.de

Anhang Datenlieferanten

Nachfolgend werden die Behörden, Institutionen, Verbände und Unternehmen aufgeführt, die durch die Bereitstellung von Daten die Aktualisierung des Leistungsbuchs unterstützt haben.

ALA Analytisches Labor GmbH,
Aachen

Altenbockum & Partner Geologen,
Aachen

Analytis GbR,
Wesseling

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Referat 3/8,
Augsburg

Behörde für Umwelt und Gesundheit, Fachamt Altlastensanierung,
Hamburg

Bergisches Wasser- und Umweltlabor,
Wuppertal

DBI AUA GmbH,
Freiberg

Deutsche Bahn AG, Sanierungsmanagement (IS),
Frankfurt a. M.

Deutsche Montan Technologie GmbH,
Essen

Altlastensanierungs- und Altlastenaufbereitungsverband Nordrhein-Westfalen (AAV),
Hattingen

Enviro M - Umweltbüro Dr. Marose,
Baunatal

Erftkreis - Wasser- und Abfallwirtschaftsbehörde,
Bergheim

Gesellschaft für Altlastensanierung in Bayern (GAB mbH),
München

Hessische Industriemüll GmbH, Bereich Altlastensanierung (HIM -ASG),
Stadtallendorf

ISEGA Forschungs- und Untersuchungsgesellschaft mbH,
Aschaffenburg

Kreis Aachen, Wasser- und Abfallwirtschaftsbehörde,
Aachen

Kreis Recklinghausen, Wasser- und Abfallwirtschaftsbehörde,
Recklinghausen

Landesentwicklungsgesellschaft NRW,
Düsseldorf

Naue Fasertechnik,
Lübbecke

Oberfinanzdirektion Chemnitz, Abtlg. Bundesbau und Sonderaufgaben,
Chemnitz

Oberfinanzdirektion Hannover,
Hannover

Oberfinanzdirektion Münster, Bauabteilung,
Münster

Orga Lab GmbH,
Zirndorf

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie,
Dresden

Sakosta Euro Consult GmbH,
München

Staatliches Hochbauamt Würzburg,
Würzburg

Stadt Bochum, Untere Wasser- und Abfallwirtschaftsbehörde,
Bochum

Stadt Dortmund, Untere Bodenschutzbehörde,
Dortmund

Stadt Düsseldorf, Umweltamt,
Düsseldorf

Stadt Hamm, Untere Wasser- und Abfallwirtschaftsbehörde,
Hamm

Stadt Kiel, Umweltamt,
Kiel

Stadt Nürnberg, Tiefbauamt,
Nürnberg

Stadt Wuppertal, Wasser- und Abfallwirtschaftsbehörde,
Wuppertal

Dr. Stupp Consulting GmbH,
Bergisch Gladbach

UCL Umwelt Control Labor,
Lünen

Umweltbundesamt,
Berlin

Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau (IWS), Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und
Altlastensanierung (VEGAS),
Stuttgart

Vivico Real Estate GmbH,
Frankfurt a.M.

Walter Bau GmbH,
Borken

Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG,
Oberstdorf