

Abschlussbericht

zum Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben:

Kanalsanierung: Entwicklung innovativer Konzeptionen und Verfahren zur Sanierung von öffentlichen und privaten Kanälen mit dem Schwerpunkt Grundstücksentwässerung

Einzelauftrag Nr. 4 „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Sanierungsverfahren insbesondere in der Grundstücksentwässerung“

Vergabenummer 08-058/4

für das

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Aachen, Westerkappeln, im November 2014

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp
(Projektleiter)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainard Osebold
(Bevollmächtigter der Bietergemeinschaft)

Projektnehmer

Bevollmächtigter Vertreter  ibb - Institut für Baumaschinen und Baubetrieb Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Osebold Mies-van-der-Rohe-Str. 1 52074 Aachen Tel.: 0241 80 25140 Fax: 0241 80 22290 Email: info@ibb.rwth-aachen.de www.ibb.rwth-aachen.de	Bearbeitung Dr.-Ing. J. Beyert Dipl.-Ing. G. Vosen
Projektleitung  ISA -Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Pinnekamp Mies-van-der-Rohe-Str. 1 52074 Aachen Tel.: 0241 80 25207 Fax: 0241 80 22285 Email: isa@isa.rwth-aachen.de www.isa.rwth-aachen.de	Bauass. Dipl.-Ing. S. Roder
Projektpartner  Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft (FiW) e.V. an der RWTH Aachen Dr.-Ing. F.-W. Bolle Kackertstraße 15 – 17 52056 Aachen Tel.: 0241 80 26825 Fax: 0241 80 22825 Email: fiw@ifiw.rwth-aachen.de www.fiw.rwth-aachen.de  INGENIEURBÜRO D.S.L. Bullerteichstraße 10 49492 Westerkappeln Tel.: 05404 95809 03 Fax: 05404 95809 05 info@ingenieurbuero-dsl.de www.ingenieurbuero-dsl.de  Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH Malmedyer Str. 30 52066 Aachen Tel.: 0241 94623 13 Fax: 0241 94623 30 info@bueroberg.de www.bueroberg.de	Dipl.-Ing. (FH) B. Böttcher Dipl.-Ing. K. Genzowsky Dipl.-Ing. M. Siekmann Dipl.-Ing. I. Rokotyanskaya Dipl.-Ing. Frank Diederich Dipl.-Ing. Jürgen Gnädinger

Zitierhinweis:

Pinnekamp, J.; Roder, S.; Genzowsky, K.; Siekmann, M.; Böttcher, B.; Rokotyanskaya, I.; Beyert, J.; Vosen, G.; Gnädinger, J.; Diederich, F. (2014): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Sanierungsverfahren insbesondere in der Grundstücksentwässerung“, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), AZ IV-7-042 600 004D, Vergabenummer 08-058/4

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Zielsetzung	2
2	Gesetzliche und normative Grundlagen zur Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen.....	4
2.1	Richtlinien der EU über die Behandlung von kommunalem Abwasser.....	4
2.2	Wasserhaushaltsgesetz	4
2.3	Landeswassergesetz und Selbstüberwachungsverordnung Abwasser in NRW.....	5
2.4	Normen und Regelwerke.....	6
2.4.1	DIN 1986 Teil 30	7
2.4.2	ATV-DVWK-M 143-1	8
3	Zusammenstellung möglicher Sanierungsverfahren insbesondere für Grundstücksentwässerungsanlagen.....	12
3.1	Reparaturverfahren	14
3.2	Renovierungsverfahren	21
3.3	Erneuerungsverfahren.....	26
3.4	Anwendungshäufigkeiten der verschiedenen Sanierungsverfahren.....	28
4	Untersuchungen zum Langzeitverhalten sanierter Grundstücksentwässerungsanlagen.....	33
4.1	Auswertung vorhandener Unterlagen	33
4.1.1	Methoden und Ergebnisse der vom Eigentümer veranlassten ersten Dichtheitsprüfungen	33
4.1.2	Planung der Sanierungsmaßnahmen	36
4.1.2.1	Ablauf der Sanierungsplanungen bei Wohnungsbaugesellschaft A.....	40
4.1.2.2	Ablauf der Sanierungsplanung bei Wohnungsbaugesellschaft B.....	41
4.1.3	Statistische Auswertung der eingesetzten Verfahren	41
4.1.3.1	Anwendungshäufigkeiten der Sanierungsverfahren bei der WBG A.....	50
4.1.3.2	Anwendungshäufigkeiten der Sanierungsverfahren bei der WBG B.....	55
4.2	Wiederholung der Dichtheitsprüfung an ausgewählten Objekten.....	58
4.2.1	Auswahlkriterien / -verfahren.....	59
4.2.2	Wahl und Ablauf des Ausschreibungsverfahrens	61
4.2.3	Untersuchungsergebnisse.....	66
4.2.3.1	Ergebnisse der erneuten optischen Inspektion nach maximal sieben Jahren Nutzungsdauer	66

4.2.3.2	Ergebnisse der Dichtheitsprüfung nach maximal sieben Jahren Nutzungsdauer	86
4.2.3.3	Ergebnisse der erneuten optischen Inspektion nach mehr als sieben Jahren Nutzungsdauer	91
4.2.3.4	Ergebnisse der Materialprüfung	93
4.2.4	Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse	111
5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	114
5.1	Kosteneffizienz vor dem Hintergrund unterschiedlicher Nutzungsdauern	114
5.1.1	Kosten der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen	114
5.1.1.1	Zustands- und Funktionsprüfung vor und nach einer Sanierung	114
5.1.1.2	Planung und fachliche Unterstützung	115
5.1.1.3	Durchführung der Sanierungsmaßnahme	117
5.1.2	Nutzungsdauer von Sanierungsverfahren	120
5.1.2.1	Reparaturverfahren	122
5.1.2.2	Renovierungsverfahren	123
5.1.2.3	Erneuerungsverfahren	123
5.1.3	Wirtschaftlichkeit von Sanierungsverfahren	124
5.2	Kosteneffizienz von Qualitätssicherungsmaßnahmen	134
6	Qualitätssicherungsmaßnahmen	137
6.1	Best-Practice-Beispiele für die Sanierung von Grundstücksentwässerungsleitungen	137
6.1.1	Allgemeines	137
6.1.2	Nachweisverfahren – Abwasserbetrieb Troisdorf	140
6.1.3	Erstattungsverfahren – Entsorgungsbetriebe Solingen	141
6.1.4	Gebührenverfahren – Göttinger Entsorgungsbetriebe	142
6.2	Zusammenstellung fachlicher/technischer Qualitätssicherungsinstrumente	144
6.2.1	Qualitätssicherungsinstrumente für Sanierungsverfahren: Verfahrenstechnische Eignungsnachweise	145
6.2.2	Unternehmensbezogene Qualitätssicherung	147
6.2.3	Personenbezogene Qualitätsinstrumente	150
6.2.4	Qualitätssicherung durch Kontrolle von Dritten	151
6.2.5	Qualitätssicherung durch den Gesetzgeber	152
6.3	Die funktionstüchtige (dichte) Grundstücksentwässerungsanlage: Das QS-Handbuch zur Sanierung	154
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	155

8	Quellenverzeichnis	159
9	Anhang.....	167
9.1	Checkliste für Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer	
9.2	Graphische Darstellung der Wiederbefahrungsergebnisse einzelner Objekte	
9.3	Standard Operating Procedure (SOP) zur Laboruntersuchung der Materialprobe aus Objekt 5AXI-V-V-XI (24)	
9.4	GEA-QS Qualitätssicherungshandbuch	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Anwendungsgrenzen verschiedener Normen für Grundstücksentwässerungsanlagen (DWA-Themen ES 6.5, 2009)	7
Abbildung 2-2:	Ablaufdiagramm für die Sanierung von Entwässerungssystemen (ATV-DVWK-M 143-1, 2004)	9
Abbildung 3-1:	Verfahren zur Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen (verkürzte Darstellung nach ATV-DVWK-M 143-1, 2004)	12
Abbildung 3-2:	Verteilung der Sanierungsverfahren im Jahr 2009 (Berger, Falk, 2011) ...	30
Abbildung 3-3:	Verteilung der Sanierungsverfahren bei 706 privaten Grundstücksentwässerungsanlagen in Frankfurt am Main (Ballweg, 2010)	31
Abbildung 3-4:	Anwendungshäufigkeit der verschiedenen Sanierungsverfahren, die bei den im Rahmen dieses Projektes ausgewerteten GEA zum Einsatz kamen (n = 172)	31
Abbildung 4-1:	Gegenüberstellung der Angaben vorhandener Dichtheitsprüfungsbescheinigungen zur Musterbescheinigung des MKULNV	35
Abbildung 4-2:	Phasen einer Sanierung (Ing.-Büro D.S.L., 2012)	37
Abbildung 4-3:	Entscheidungsgestütztes Vorgehen bei der Sanierungsplanung (ATV-DVWK-M 143, 2004)	39
Abbildung 4-4:	Ablauf von Sanierungsmaßnahmen bei der Wohnungsbaugesellschaft A40	
Abbildung 4-5:	Ablauf von Sanierungsmaßnahmen bei der Wohnungsbaugesellschaft B41	
Abbildung 4-6:	Verteilung der Baujahre sämtlicher untersuchter Grundstücksentwässerungsanlagen	42
Abbildung 4-7:	Schematische Darstellung einer Grundstücksentwässerungsanlage mit Anschluss an den öffentlichen Hauptkanal	42
Abbildung 4-8:	Anteil der Schadensbilder an Grundstücksentwässerungsleitungen im Untersuchungsgebiet	43
Abbildung 4-9:	Schadensbilder an Grundstücksentwässerungsanlagen in einem Untersuchungsgebiet der Stadt Frankfurt (Krier, 2012)	44
Abbildung 4-10:	Anteil der Schadensverteilung bei erdverlegten Grundstücksentwässerungsleitungen (nach Scheffler, Rohr-Suchalla, 2010)	45

Abbildung 4-11:	Anteil der Schadensbilder in der öffentlichen Kanalisation in Köln (Brandenburg, 2011)	46
Abbildung 4-12:	Anteil der Schadensbilder im Untersuchungsgebiet nach Grundstücksbesitzer	46
Abbildung 4-13:	Statistische Verteilung der Leitungen pro Grundstück	47
Abbildung 4-14:	Statistische Verteilung der Leitungslängen	48
Abbildung 4-15:	Statistische Verteilung der Schäden	49
Abbildung 4-16:	Verteilung der Schäden pro Leitung	50
Abbildung 4-17:	Statistische Verteilung der Leitungen und Schäden pro Grundstück (WBG A)	51
Abbildung 4-18:	Statistische Verteilung der Schäden und Längen pro Leitung (WBG A) ..	52
Abbildung 4-19:	Verteilung der Schäden pro Leitung bei der WBG A	53
Abbildung 4-20:	Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die absolute Anwendungshäufigkeit (n = 933) (WBG A)	54
Abbildung 4-21:	Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die sanierte Leitungslänge (WBG A)	54
Abbildung 4-22:	Statistische Verteilung der Leitungen und Schäden pro Grundstück (WBG B)	55
Abbildung 4-23:	Statistische Verteilung der Schäden und Längen pro Leitung (WBG A) ..	56
Abbildung 4-24:	Verteilung der Schäden pro Leitung bei der WBG B	56
Abbildung 4-25:	Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die absolute Anwendungshäufigkeit (n = 494) (WBG B)	57
Abbildung 4-26:	Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die sanierte Leitungslänge (WBG B)	57
Abbildung 4-27:	Zeiträume, in denen die Sanierung defekter Grundstücksentwässerungsleitungen stattfand	58
Abbildung 4-28:	Karte der wiederbefahrenen Objekte und ihre Verteilung über NRW	61
Abbildung 4-29:	Eingesetzte Spüldüsen zur Reinigung der zu inspizierenden Grundstücksentwässerungsleitungen	62
Abbildung 4-30:	Kamerasystem der Fa. Kummert (links) und Kamerakopf CamFlex (rechts) zur optischen Inspektion von Grundstücksentwässerungsleitungen	63
Abbildung 4-31:	Gerätschaft zur abschnittswisen Dichtheitsprüfung	65

Abbildung 4-32:	Probeentnahme und Wiederherstellung	66
Abbildung 4-33:	Zusammenfassung der sanierten und TV-untersuchten Leitungslängen, unterteilt nach Sanierungsverfahren und Eigentümern der Objekte	68
Abbildung 4-34:	Absolute Häufigkeit der TV-untersuchten Sanierungsverfahren je Eigentümer	68
Abbildung 4-35:	Prozentualer Anteil der Eigentümer an den sanierten und TV-untersuchten Leitungslängen je Sanierungsverfahren	69
Abbildung 4-36:	Summenlinie zur Häufigkeitsverteilung aller bei der Wiederbefahrung sanierter Teilabschnitte entdeckten Schäden je Objekt	71
Abbildung 4-37:	Summenlinie zur Häufigkeitsverteilung der Schäden in sanierten Teilabschnitten je Objekt unter Berücksichtigung der Codes „Fransige Ausführung“, „mangelhafte Einbindung“, „Abnutzung“, „Beule“, „Verfärbung“ und „Materialablösung“	72
Abbildung 4-38:	Prozentualer Anteil der Sanierungslängen je Unternehmen	73
Abbildung 4-39:	Überblick über den prozentualen Anteil jedes Zustandsmerkmals an der Gesamtanzahl der nach der Wiederbefahrung festgestellten Zustände gemäß Kodierung nach DWA-M 149-2 (2006)	74
Abbildung 4-40:	Verteilung der Merkmalkodierungen je Eigentümer bezogen auf die Länge der sanierten Leitungen	75
Abbildung 4-41:	Zustandsklassifizierung unterteilt nach Sanierungsverfahren	76
Abbildung 4-42:	In offener Bauweise sanierter Leitungsabschnitt mit einem Unterbogen (hier bei Objekt 5AXI-V-V-XI (24))	77
Abbildung 4-43:	Fleckenbildung in einem Liner (hier bei Objekt 5AXI-V-V-XI (24))	77
Abbildung 4-44:	Kurzliner mit Beule in der Sohle (hier bei Objekt 6AXII-VI-VI-VI (10))	78
Abbildung 4-45:	Materialablösungen in einem Inliner (hier bei Objekt 11BXIII-VIII-V-XI (17))	79
Abbildung 4-46:	Fransige Ausführung eines Inliners (hier bei Objekt 5AXI-V-V-XI (24))	79
Abbildung 4-47:	Zustandsklassifizierung der untersuchten Kurzliner nach Bauunternehmen unterteilt (mit Hinweisen auf den Anteil der Merkmalskodierung je Eigentümer)	81
Abbildung 4-48:	Zustandsklassifizierung der untersuchten Langliner nach Bauunternehmen unterteilt (mit Hinweisen auf den Anteil der Merkmalskodierung je Eigentümer)	82

Abbildung 4-49:	Zustandsklassifizierung der untersuchten Schlauchliner nach Bauunternehmen unterteilt (mit Hinweisen auf den Anteil der Merkmalskodierung je Eigentümer)	83
Abbildung 4-50:	Zustandsklassifizierung der untersuchten offenen Bauweise nach Bauunternehmen unterteilt (mit Hinweisen auf den Anteil der Merkmalskodierung je Eigentümer)	84
Abbildung 4-51:	Gegenüberstellung der Zustandsklassifizierung je Sanierungsunternehmen	85
Abbildung 4-52:	Merkmalskodierungen bei drei Objekten, die durch Unternehmen V saniert wurden	86
Abbildung 4-53:	Ergebnisgegenüberstellung der wiederholten Dichtheitsprüfungen ausgewählter Abschnitte	87
Abbildung 4-54:	Graphische Zusammenstellung der Ergebnisse der Wiederbefahrung für das Objekt 5AXI-V-V-XI (24)	88
Abbildung 4-55:	Graphische Zusammenstellung der Ergebnisse der Wiederbefahrung für die Objekte 7BII-VII-VII-VII (54) und (56)	89
Abbildung 4-56:	TV-Dokumentation eines per Inliner sanierten Hausanschlusses des Objektes 5AXI-V-V-XI (24) im Abstand von sieben Jahren (links: Aufnahme aus dem Jahr 2004, rechts: Aufnahme aus dem Jahr 2011)...	91
Abbildung 4-57:	Zustand im Jahr 2011 älterer Schlauchlinersanierungen im Leitungsabschnitt zwischen Hauptkanal bis Revisionsschacht im Objekt 11BXIII-VIII-V-XI (11)	92
Abbildung 4-58:	Zustand im Jahr 2011 älterer Schlauchlinersanierungen im Leitungsabschnitt zwischen Hauptkanal bis Revisionsschacht in den Objekten 11BXIII-VIII-V-XI (13) und (15)	92
Abbildung 4-59:	Probestück I, Schlauchliner in Altrohr, Bogenstück 90°	94
Abbildung 4-60:	links: fehlender Verbund durch nicht gereinigte Sohle	94
Abbildung 4-61:	Probestück III, schadensfreier Kurzliner	95
Abbildung 4-62:	Probestück IV, schadensfreier Kurzliner	95
Abbildung 4-63:	Probestück V, Faltenbildung an der Bogeninnenseite	96
Abbildung 4-64:	Probestück VI, schadensfreier Kurzliner	96
Abbildung 4-65:	Probestück VII, Verfärbung auf der Lineroberfläche	97
Abbildung 4-66:	Probestück VII, Verfärbung im Altrohr	97

Abbildung 4-67:	Bakterienkultur	98
Abbildung 4-68:	Probestück VII, Verfärbung im Altrohr	98
Abbildung 4-69:	Schematische Darstellung der Probestücke mit Messpunkten 1-4	99
Abbildung 4-70:	Probestück I, Schlauchliner, feinporige Lufteinschlüsse im Harz	101
Abbildung 4-71:	Probestück I, Schlauchliner, zusammenhängender Lufteinschluss	101
Abbildung 4-72:	Probestück VII, Sohlbereich, Lufteinschluss im Harz.....	102
Abbildung 4-73:	Pyknometer zur Dichtebestimmung.....	103
Abbildung 4-74:	Probestück zwischen Auflager und Druckfinne, Prüfmaschine Zwick ProLine Z005.....	105
Abbildung 4-75:	Probestück I, Kraft-Verformungs-Linien.....	106
Abbildung 4-76:	Probestück V, Kraft-Verformungs-Linien	106
Abbildung 4-77:	Probestück II, Kraft-Verformungs-Linien.....	107
Abbildung 4-78:	Probestück III, Kraft-Verformungs-Linien.....	108
Abbildung 4-79:	Probestück IV, Kraft-Verformungs-Linien	109
Abbildung 4-80:	Probestück VI, Kraft-Verformungs-Linien	110
Abbildung 4-81:	Probestück VII, Kraft-Verformungs-Linien	111
Abbildung 5-1:	Spezifische Kosten angewandter Sanierungsverfahren aller Objekte.....	117
Abbildung 5-2:	Kostenverteilung für Inspektion und Sanierung von 172 Grundstücken, erfasst im Rahmen dieses Forschungsprojektes	119
Abbildung 5-3:	Kostenverteilung für die Sanierung von 174 Grundstücken in Troisdorf (nach Jansen, 2011).....	120
Abbildung 5-4:	Kostenverteilung für die Sanierung von 706 Grundstücken in Göttingen (nach Ballweg, 2010).....	120
Abbildung 5-5:	Jahreskosten von Reparaturverfahren nach Nutzungsdauer auf Basis der untersuchten Objekte	125
Abbildung 5-6:	Jahreskosten von Renovierungsverfahren nach Nutzungsdauer auf Basis der untersuchten Objekte	126
Abbildung 5-7:	Jahreskosten von Erneuerungsverfahren nach Nutzungsdauer auf Basis der untersuchten Objekte	127
Abbildung 5-8:	Vergleich der Jahreskosten unterschiedlicher Sanierungsverfahren.....	128

Abbildung 5-9:	Variante 1 für Investitionszeitpunkte unterschiedlicher Sanierungsverfahren	129
Abbildung 5-10:	Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren zum jeweiligen Investitionszeitpunkt	130
Abbildung 5-11:	Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren	131
Abbildung 5-12:	Variante 2 für Investitionszeitpunkte unterschiedlicher Sanierungsstrategien	132
Abbildung 5-13:	Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Kombinationen von Sanierungsverfahren zum jeweiligen Investitionszeitpunkt	133
Abbildung 5-14:	Variante 3 für Investitionszeitpunkte unterschiedlicher Sanierungsstrategien	133
Abbildung 5-15:	Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren zum jeweiligen Investitionszeitpunkt unter Berücksichtigung längerer Nutzungsdauern von 20 Jahren bei Reparatur- und 50 Jahren bei Renovierungsverfahren	134
Abbildung 5-16:	Änderung der Barwerte der Reinvestitionskosten in Abhängigkeit von einer Verlängerung der absoluten Nutzungsdauer	135
Abbildung 5-17:	Einsparpotential der Sanierungskosten durch eine Qualitätssicherung .	136
Abbildung 6-1:	Einbeziehung des Bürgers - Kooperation über alle Projektphasen (Bosseler, 2004)	138
Abbildung 6-2:	Zulassungsgrundsätze für die Sanierung erdverlegter Abwasserleitungen der Grundstücksentwässerung (Wagner, Kersten, 2008)	146

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3—1:	Reparatur - Ausbesserungsverfahren über eine Kleingrube	14
Tabelle 3—2:	Reparatur - Ausbesserungsverfahren mithilfe von Robotern	15
Tabelle 3—3:	Reparatur - partielle Injektionen von außen	16
Tabelle 3—4:	Reparatur - partielle Injektionen von innen	16
Tabelle 3—5:	Reparatur - Flutungsverfahren	17
Tabelle 3—6:	Reparatur - Abdichtungsverfahren mit Kurz- und Langliner auf der Basis von Kunstharz	18
Tabelle 3—7:	Reparatur - Abdichtungsverfahren mithilfe von Innenmanschetten aus Stahl	19
Tabelle 3—8:	Reparatur - Abdichtungsverfahren unter Nutzung von Hutprofilen	19
Tabelle 3—9:	Renovierung - Auskleidungsverfahren unter Nutzung von Rohren mit Ringraum im Rohrstrangverfahren	21
Tabelle 3—10:	Renovierung - Auskleidungsverfahren unter Nutzung von Rohren mit Ringraum im Kurzrohr- und Langrohrverfahren	22
Tabelle 3—11:	Renovierung - Auskleidungsverfahren mit örtlich hergestellten und erhärtenden Rohren im Schlauchliningverfahren	22
Tabelle 3—12:	Renovierung - Auskleidungsverfahren mit örtlich hergestellten und erhärtenden Rohren im Noppenschlauch-Verfahren	23
Tabelle 3—13:	Renovierung - Auskleidungsverfahren mithilfe vorgefertigter Rohren im Close-Fit-Verfahren	24
Tabelle 3—14:	Renovierung - Auskleidungsverfahren mithilfe von örtlich hergestellten Rohren im Wickelrohrverfahren	24
Tabelle 3—15:	Renovierung - Auskleidung mit örtlich hergestellten Rohren im Spiralrohrverfahren	25
Tabelle 3—16:	Erneuerung in offener Bauweise	26
Tabelle 3—17:	Erneuerung in geschlossener Bauweise mit dem Berstverfahren	26
Tabelle 3—18:	Erneuerung in geschlossener Bauweise mit dem Microtunnelingverfahren (Überfahren)	27
Tabelle 3—19:	Erneuerung durch zugängliche Installation	28
Tabelle 3—20:	Verteilung der Sanierungsverfahren (nach Berger, Falk, 2011)	29

Tabelle 4—1:	Grundlegenden Daten der statistischen Auswertung	43
Tabelle 4—2:	Grundlegenden Daten der statistischen Auswertung bei der WBG A	50
Tabelle 4—3:	Grundlegenden Daten der statistischen Auswertung der WBG B	55
Tabelle 4—4:	Merkmale aller erneut inspizierten Grundstücksentwässerungsanlagen...	60
Tabelle 4—5:	Überblick über den Umfang der Untersuchungen je Grundstück	64
Tabelle 4—6:	Kodierung zur Struktur von Rohrleitungen gemäß DWA-M 149-2 (2006) zur Einstufung eines sanierten Leitungsabschnittes mit ergänzenden Erläuterungen.....	70
Tabelle 4—7:	Übersichtstabelle zu den erneut optisch inspizierten GEA mit farblicher Markierung der verschiedenen Sanierungsunternehmen	73
Tabelle 4—8:	Zusammenstellung der absoluten Zahlen zur Zustandsklassifizierung	74
Tabelle 4—9:	Übersicht über entnommene Probenstücke.....	93
Tabelle 4—10:	Dickenverteilung der untersuchten Probenstücke.....	100
Tabelle 4—11:	Übersicht Dichte und Glasgehalt	104
Tabelle 5—1:	Inspektionskosten von Grundstücksentwässerungsleitungen	115
Tabelle 5—2:	Kosten der Sanierungsbegleitung durch einen Ingenieur (nach Jütting, 2011).....	115
Tabelle 5—3:	Begleitungskosten einer Sanierung durch ein kommunales Abwasserentsorgungsunternehmen (nach Pinnekamp et al., 2007)	116
Tabelle 5—4:	Kosten weiterer Sanierungsverfahren auf Datenbasis der Auswertung von 172 Grundstücken	118
Tabelle 5—5:	Nutzungsdauern von Abwasserkanälen aus Praxisbeispielen und Literaturangaben (Pinnekamp et al., 2005).....	121
Tabelle 5—6:	Betrachtete Kosten bei der Sanierung einer Grundstücksentwässerungsanlage.....	128

Danksagung

Für eine gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit und für die zur Verfügung gestellten Objektdaten bedanken wir uns ganz herzlich bei den beiden beteiligten Wohnungsbaugesellschaften. Als besonders positiv haben wir ihre Bereitschaft, uns als Ansprechpartner für Rückfragen stets zur Verfügung zu stehen und die immerzu freundliche und kompetente Beantwortung unserer Fragen empfunden.

Wir bedanken uns bei der Firma Kanalprofi GmbH für die gelungene Zusammenarbeit bei der erneuten Dichtheitsprüfung bereits sanierter Leitungen im Rahmen dieses Projektes.

Weiterhin möchten wir uns bei den Unternehmen bedanken, die an unserer Befragung beim deutschen Schlauchlinertag 2011 in Bonn teilgenommen haben.

Darüber hinaus danken wir Herrn Dr. Robert Thoma † (Gutachtersozietät Dres. Kaufmann, Thoma und Kollegen) und Herrn Christoph Pöllmann (PCI | PÖLLMANN CONSULTING INTERNATIONAL) für die redaktionelle und fachliche Begleitung der Vorhabens.

1 Veranlassung und Zielsetzung

Das Wasserhaushaltsgesetz erklärt die Überwachung von Zustand und Funktionsfähigkeit aller Abwasserleitungen in §§ 60 und 61 WHG zur verbindlichen Grundpflicht jedes Eigentümers. Nordrhein-Westfalen konkretisiert diese Verpflichtung im Landeswassergesetz (§ 53 (1e) LWG NRW, 1995) und der Selbstüberwachungsverordnung Abwasser (SüwVo Abwasser, 2013). Die abwasserbeseitigungspflichtige Kommune kann darüber hinaus durch Satzung Fristen für die Prüfung von Haus- und/oder Grundstücksanschlüssen festlegen. Schäden, welche bei der Zustands- und Funktionsprüfung entdeckt werden, sind unter Berücksichtigung des Schadensbildes innerhalb angemessener Fristen zu beheben (§ 60 Abs. 2 WHG, 2009). Weitere Anforderungen, beispielsweise an die Wahl des Sanierungsverfahrens oder des Sanierers, bestehen von Seiten des Gesetzgebers nicht.

Untersuchungen von Kaltenhäuser et al. (2005) stellten fest, dass qualitative Mängel bei den zur Sanierung zur Verfügung stehenden Produkten auftreten. Diese sind laut Kaltenhäuser et al. (2005) im Verantwortungsbereich der Produkthersteller zu verorten. Müller (2011) beschreibt, dass selbst bei angekündigten qualitativen Prüfungen von Schlauchlinern gravierende Mängel aufgedeckt wurden, sobald die Prüfergebnisse der eingebauten Materialien mit den Angaben in deren DIBt-Zulassung verglichen wurden. Durch die immer wieder bekannt werdenden Lockangebote mancher unseriöser Sanierungsanbieter (sog. „Kanalhaie“) wird darüber hinaus auch der Eindruck qualitativer Defizite bei der Vorbereitung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen verstärkt.

Aufgrund mangelnder wissenschaftlicher Analysen zur Qualität bei der Sanierung undichter Grundstücksentwässerungsanlage (GEA) untersucht dieses Forschungs- und Entwicklungsvorhaben bereits sanierte private Abwasseranlagen auf ihre Qualität. Somit sollen strukturelle Defizite in der Qualität der Produkte, der Planung, der Ausführung und der Überwachung aufgedeckt werden. Dazu werden Unterlagen verschiedener Eigentümer zu ihren GEA ausgewertet, um anschließend gezielt einzelne sanierte GEA erneut auf Dichtheit zu überprüfen. Außerdem werden bereits vorhandene Qualitätssicherungsinstrumente auf deren Verbreitung, Akzeptanz und Wirksamkeit untersucht. Ziel ist es, Empfehlungen für qualitätssteigernde Maßnahmen und Qualitätssicherungsinstrumente abzuleiten. Grundsätzlich dienen diese Empfehlungen der Vermeidung von unnötigen Kosten für Doppelsanierungen und dem Schutz der Umwelt. Doppelsanierungen aufgrund mangelhafter erster Sanierungen belasten entweder die Sanierungsunternehmen (wenn das Defizit vor dem Ende der Gewährleistung festgestellt wird) oder die Eigentümer (Schadensfeststellung nach Ende der Gewährleistung). Erfolgt keine Reklamation innerhalb der Gewährleistungsfrist, wird die trotz Sanierung weiterhin undichte GEA erst bei einer wiederkehrenden Prüfung erneut inspiziert. In dieser Zwischenzeit besteht weiterhin Gefahr für Grundwasser und Boden oder ein übermäßiger Fremdwasserzulauf durch die undichten Leitungen.

Ergänzend zu den Auswertungen der Untersuchungen und den daraus resultierenden Emp-

fehlungen zur Qualitätssicherung bei der Sanierung von GEA wird in diesem Abschlussbericht ein Qualitätssicherungs-Handbuch (QS-Handbuch) zusammengestellt, welches Eigentümern, Kommunen und Auftragnehmern in sehr kurzer übersichtlicher Form sachdienliche Hinweise zu Qualitätssicherungsinstrumenten für alle Einzelschritte der Sanierung einer GEA liefert.

2 Gesetzliche und normative Grundlagen zur Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen

Grundstücksentwässerungsanlagen unterliegen Gesetzen, Verordnungen und Normen. Einige rechtliche Anforderungen ergeben sich aus EU-Richtlinien und bundesgesetzlichen Regelungen. Durch eine konkurrierende Gesetzgebung wirken überdies landesspezifische Gesetze ergänzend zu Bundesgesetzen. Des Weiteren haben die Bundesländer Verordnungen erlassen, die den Gesetzesrahmen konkretisieren. Zusätzlich sind verschiedene Empfehlungen erschienen, die Hinweise zu unterschiedlichen Themenbereichen im Zusammenhang mit Grundstücksentwässerungsanlagen bieten. Diese stammen zumeist von Fachverbänden und -gemeinschaften. Im Folgenden werden relevante Regelungen zusammengestellt.

2.1 Richtlinien der EU über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Die europäische Richtlinie 91/271/EWG vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (ABl. der EG Nr. L 135 S. 40) beinhaltet Vorgaben und Fristenregelungen für den Bau von Kanalisationen, die mechanische und biologische Behandlung von kommunalen Abwässern sowie die weitergehende Behandlung von kommunalem Abwasser, das in Gewässer innerhalb empfindlicher Gebiete eingeleitet wird. Alle Mitgliedsstaaten sind zur Umsetzung dieser Richtlinie in nationales Recht verpflichtet. Nordrhein-Westfalen hat daher 1997 die Kommunalabwasserverordnung (KomAbwV) mit identischem Regelungsumfang erlassen. Der Anhang der Richtlinie enthält folgende Formulierung: „Kanalisationen sollen den Anforderungen an die Abwasserbehandlung Rechnung tragen. Bei Entwurf, Bau und Unterhaltung der Kanalisation sind die optimalen technischen Kenntnisse zugrunde zu legen, die keine unverhältnismäßig hohen Kosten verursachen; dies betrifft insbesondere: (...) Verhinderung von Leckagen (...)“ (Anhang I RL 91/271/EWG, 1991).

2.2 Wasserhaushaltsgesetz

Aufgrund der Grundgesetzänderung von 2006 hat der Bund nicht mehr die Rahmengesetzgebungskompetenz für das Wasser- und Naturschutzrecht, sondern eine Vollregelungsbefugnis. Dies bedeutet, dass er in jedem Bereich, in dem er es als wichtig erachtet, abschließende bundeseinheitliche Regelungen treffen kann. So ist mit dem neuen Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009) ein Gesetz entstanden, das erstmals auf Bundesebene einheitliche Vorgaben für die Bewirtschaftung von Oberflächengewässern, Küstengewässern und des Grundwassers aufstellt.

Grundsätzlich gilt nach dem Wasserhaushaltsgesetz die allgemeine Sorgfaltspflicht, nach der jede Person verantwortlich ist, „bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden

(...)“ (§ 5 Abs. 1 WHG). Hierbei sollen u.a. nachteilige Veränderungen des Gewässers vermieden werden.

Kapitel 3 des Wasserhaushaltsgesetzes beinhaltet Regelungen zur Abwasserbeseitigung (WHG, Kapitel 3, Abschnitt 2: „Besondere wasserwirtschaftliche Bestimmungen“). Bedeutsam für die Kanalsanierung im öffentlichen und privaten Bereich sind im Wesentlichen die §§ 56 „Pflicht zur Abwasserbeseitigung“, 60 „Abwasseranlagen“ i. V. m. 55 „Grundsätze der Abwasserbeseitigung“ und 61 „Selbstüberwachung bei Abwassereinleitungen und Abwasseranlagen“. Demnach handelt es sich bei der Abwasserbeseitigung nach § 54 Abs. 2 um das Sammeln, Fortleiten, Behandeln, Einleiten, Versickern, Verregnen oder Verrieseln von Abwasser. Alle dazu dienenden Abwasseranlagen sind „so zu errichten, zu betreiben und zu unterhalten, dass die Anforderungen an die Abwasserbeseitigung eingehalten werden. Im Übrigen müssen Abwasserbehandlungsanlagen im Sinne von Absatz 3 Satz 1 Nummer 2 nach dem Stand der Technik, andere Abwasseranlagen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet, betrieben und unterhalten werden.“ (§ 60 Abs. 1 WHG).

Mit § 61 WHG wird der Grundsatz zur Überwachung des Zustands, der Funktionstüchtigkeit, der Erhaltung und des Betriebs einer Abwasseranlage aufgestellt. Dabei ist es nicht entscheidend, ob sich die Abwasseranlage im öffentlichen oder privaten Eigentum befindet.

Nach § 61 Abs. 2 WHG ist derjenige, der eine Abwasseranlage betreibt, verpflichtet, ihren Zustand, ihre Funktionsfähigkeit, ihre Unterhaltung und ihren Betrieb sowie Art und Menge des Abwassers und der Abwasserinhaltsstoffe selbst zu überwachen. Er hat nach Maßgabe einer Rechtsverordnung nach § 61 Abs. 3 WHG hierüber Aufzeichnungen anzufertigen, aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

Die Bundesregierung hat von der Ermächtigungsgrundlage zum Erlass dieser Rechtsverordnung bisher keinen Gebrauch gemacht hat. Der Erlass dieser Verordnung ist in absehbarer Zeit auch nicht beabsichtigt (siehe Bundestags-Drucksache 17/10968 (2012), Frage Nr. 133)

2.3 Landeswassergesetz und Selbstüberwachungsverordnung Abwasser in NRW

Nach Art. 74 des Grundgesetzes unterliegen Regelungen des Wasserhaushaltes der konkurrierenden Gesetzgebung. Soweit die Gesetzgebung des Bundes nach dem Wasserhaushaltsgesetz keine Vollregelung trifft, besteht für die Länder die Möglichkeit landesrechtliche Regelungen zu treffen.

Das Landeswassergesetz NRW enthielt bis zum 5. März 2013 in seinem § 61 a Regelungen zur Dichtheitsprüfung privater Abwasserleitungen. Mit der Änderung des Landeswassergesetzes wurde der § 61 a gestrichen. Das Landeswassergesetz enthält nunmehr in § 61 eine Ermächtigung, die Zustands- und Funktionsprüfung privater Abwasserleitungen durch Rechtsverordnung zu regeln.

Der Landtag NRW hat am 27. Februar 2013 einer entsprechenden Verordnung „Selbstüberwachungsverordnung Abwasser“ (2013) zugestimmt. Für private Abwasserleitungen zur Fortleitung häuslichen Abwassers beschränkt sich diese Verordnung im Wesentlichen auf Fristvorgaben für die Prüfung in Wasserschutzgebieten. Hier besteht für alle Anlagen eine Prüfpflicht bis zum 31.12.2020. Ausnahmen bilden Anlagen, die der Ableitung von häuslichem Abwasser dienen und vor 1965 erbaut wurden, eine Prüfpflicht bis zum 31.15.2015. Dieselbe Frist gilt für Anlagen zur Ableitung von gewerblichem Abwasser, welche vor 1990 errichtet wurden. Außerhalb von Wasserschutzgebieten bestehen Prüfanforderungen nur für Anlagen von Gewerbebetrieben, die der Abwasserverordnung unterliegen. Es bleibt den Gemeinden überlassen, per Satzung Fristenregelungen zu treffen, sollte dies erforderlich sein. Die Verordnung enthält in ihrem § 10 außerdem Regelungen für die Sanierung festgestellter Schäden.

2.4 Normen und Regelwerke

Definitionsgemäß gehören alle Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes, aber auch die Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes von Entwässerungssystemen zur Instandhaltung. Es gibt eine große Anzahl von zum Teil international gültigen Normen und Regelwerke zu diesem Themenbereich. Sie geben die Regeln der Technik oder den Stand der Technik für Grundstücksentwässerungsanlagen wieder, wie sie z.B. durch das WHG gefordert werden. Von wesentlicher Bedeutung sind hier die Normenreihen DIN 1986 Teil 3 (2004) bis 4 (2011), Teil 30 (2012) und Teil 100 (2008), DIN EN 12056 Teil 1 bis 5 (2001), DIN EN 752 (2008), die DIN EN 1610 (1997) und DIN EN ISO 11296 Teil 1, Teil 4 (2011). Abbildung 2-1 zeigt die Anwendungsgrenzen dieser Normen, zusätzlich versehen mit Hinweisen zur Zuständigkeitsgrenze, die sich in der Regel aus den kommunalen Satzungen ergeben. An dieser Stelle wird nur die DIN 1986 Teil 30 (2003 & 2012) näher erläutert, da hier grundlegende Anforderungen an die Zustandserfassung von Grundstücksentwässerungsanlagen gestellt werden. Alle darüber hinaus relevanten DIN-Normen werden im Kapitel 6.1 zusammengefasst. Dort werden außerdem Arbeits- und Merkblätter der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) erläutert. Lediglich das Merkblatt ATV-DVWK-M 143-1 (2004) wird in diesem Kapitel beschrieben, da auch hier, wie in der DIN 1986 Teil 30, Grundlagen definiert und beschrieben werden.

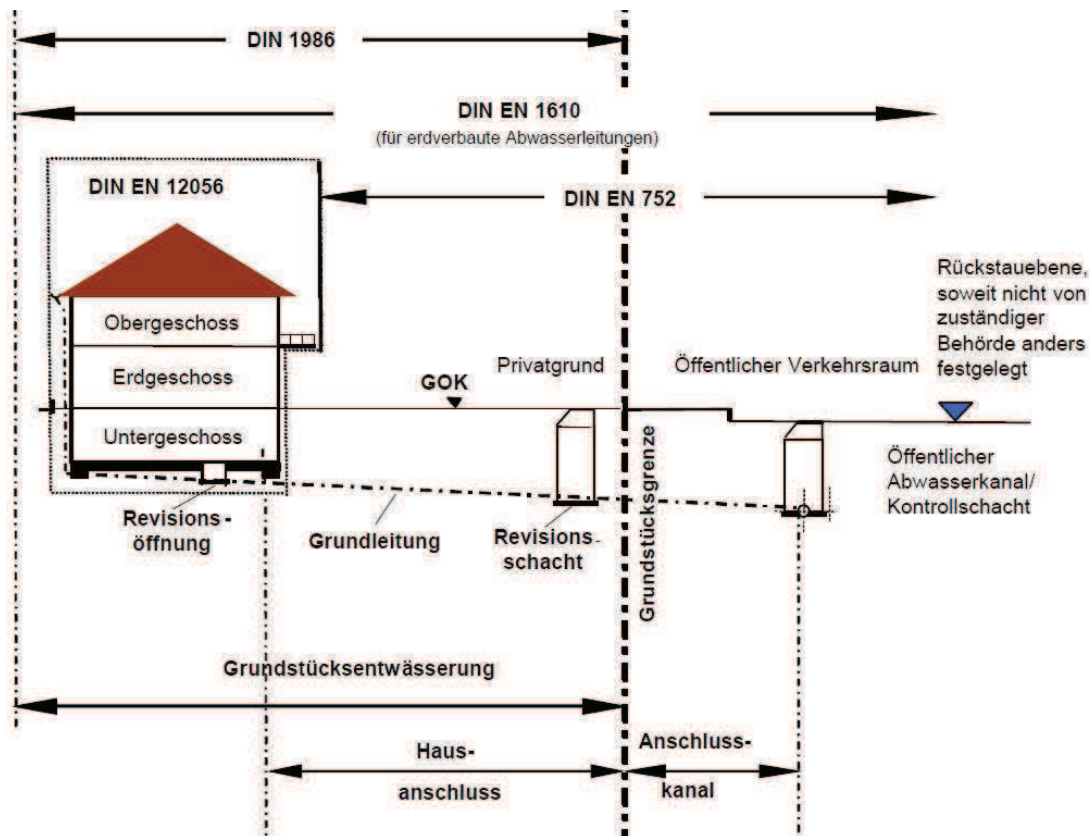


Abbildung 2-1: Anwendungsgrenzen verschiedener Normen für Grundstücksentwässerungsanlagen (DWA-Themen ES 6.5, 2009)

2.4.1 DIN 1986 Teil 30

Die DIN 1986 Teil 30 hat große Bedeutung für den Bereich der privaten Kanalsanierung, da in ihr Festlegungen zum Schutz von Boden, Grundwasser und Trinkwasserversorgung vor Verunreinigung und zur Vermeidung von Fremdwassereintritt durch undichte Abwasserleitungen allgemein beschrieben werden. Unter anderem werden Prüfverfahren und Zeiträume festgelegt.

Bis Januar 2012 war die DIN 1986 Teil 30 in der Fassung von 2003 gültig. Diese wurde zurückgezogen und durch die DIN 1986 Teil 30 (2012) ersetzt. In ihr wird nun mithilfe von Zeitspannen festgelegt, wie häufig bestehende Abwasseranlagen aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen auf Dichtheit überprüft werden müssen. Mit dieser Regelung soll der Abnutzungsvorrat von Abwasserleitungen und -schächten maßgebendes Kriterium für den Zeitraum bis zur nächsten Prüfung sein. Damit reagiert der Normengeber auf die einhellige juristische Einschätzung, dass nur der Gesetzgeber die Möglichkeit hat, feste Fristen vorzuschreiben.

Darüber hinaus wurden einige Regelungen neu in diese DIN aufgenommen. Dazu zählen

- die Zustandserfassung und -bewertung hinsichtlich der häufigsten zu erwartenden Schadensbilder und deren Codierung für die Schutzziele Dichtheit, Standsicherheit und Betriebssicherheit,
- die Sanierungszeiträume entsprechend der Schadensbewertung und Prioritätensetzung,
- die Beschreibungen zur Qualifikation und technischen Ausrüstung der beauftragten Fachbetriebe.

Allein informativen Charakter hat das neu aufgenommene Muster für ein Prüfprotokoll zur Bestätigung einer Dichtheitsprüfung.

2.4.2 ATV-DVWK-M 143-1

Das Merkblatt ATV-DVWK-M 143-1 (2004) stellt eine Überarbeitung von ATV-M 143, Teil 1 vom Dezember 1989 dar und passt dieses an die DIN EN 752-5 (November 1997) an. Sie hat für alle Leitungen außerhalb von Gebäuden Gültigkeit. Das Merkblatt ergänzt die DIN EN 752-5 (2008) im Wesentlichen um die bauliche Sanierung. Damit ist sie auch für erdverlegte Abwasserleitungen und -kanäle unterhalb von Gebäuden relevant. In Teil 1 „Grundlagen“ wird die grundsätzliche Vorgehensweise dargestellt, um bei bestehenden Entwässerungssystemen die baulichen, betrieblichen und umweltrelevanten Anforderungen zu erfüllen. Die einzelnen Kapitel des ATV-DVWK-M 143-1 (2004) enthalten nähere Beschreibungen der jeweiligen Arbeitsschritte (Abbildung 2-2).

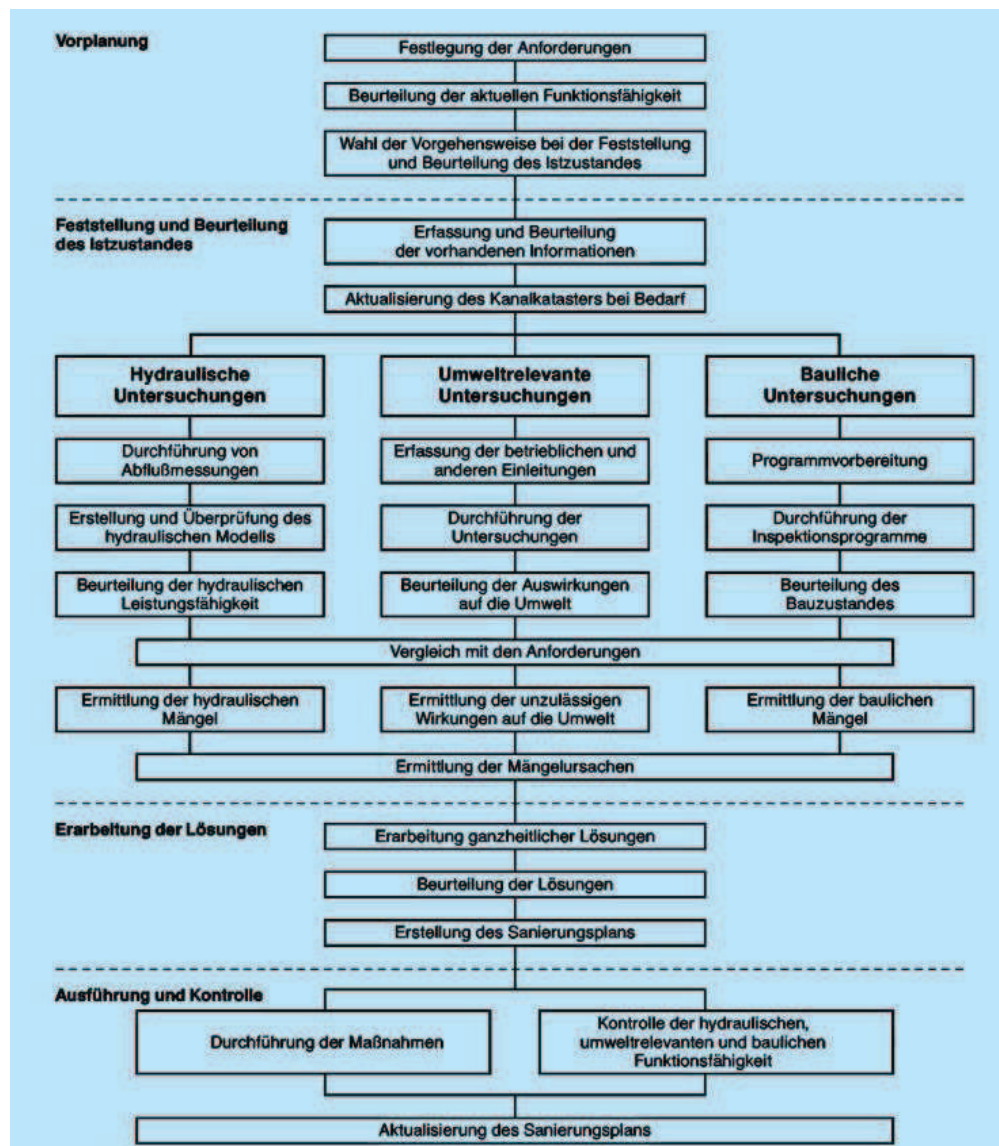


Abbildung 2-2: Ablaufdiagramm für die Sanierung von Entwässerungssystemen (ATV-DVWK-M 143-1, 2004)

Des Weiteren werden die Begriffe Sanierung, Renovierung, Reparatur, Erneuerung, Bauzustand und Speicherkanal aus DIN EN 752-5 (2008) übernommen und die Begriffe Instandhaltung, Wartung, Zustandserfassung, Mangel und Schaden definiert.

Das Merkblatt hält fest, wie unabdingbar eine detaillierte Erfassung und Beurteilung aller relevanten Informationen eines Entwässerungssystems sind, um eine effiziente Sanierung auf lange Sicht zu gewährleisten. Die Informationen sollten

- Lage, Werkstoff und Abmessungen von Abwasserkanälen und -leitungen einschließlich Auslaufkanälen,
- erforderliche Erlaubnisse und gesetzliche Anforderungen,
- bisherige Inspektionen,
- frühere hydraulische Berechnungen,

- frühere Beurteilungen von Auswirkungen auf die Umwelt,
- Bauzustand der vorhandenen Abwasserkanäle und -leitungen,
- Grundwasserstände und -strömungsgeschwindigkeiten,
- Bodenverhältnisse, einschließlich der Möglichkeit zur Versickerung,
- Angaben über frühere Prüfungen,
- Art und Menge des abzuleitenden Abwassers,
- Oberflächenbeschaffenheit und Verkehrssituation sowie
- Strömungsrichtung des Grundwassers

umfassen. Dies hat auf Grundlage einer Instandhaltungsstrategie zu erfolgen, um den Aufwand der Untersuchungen und Sanierungen zu minimieren. Nach den Regeln der Technik für die Erfassung der Daten dienen die optische Inspektion sowie die Dichtheitsprüfung (ATV-M 143, Teil 6, 2006) der baulichen Zustandserfassung.

Die umweltrelevanten Untersuchungen sollen die Untersuchungen der Wasserdichtheit von Abwasserleitungen und -kanälen sowie Aspekte wie Lärm, Geruch und optische Beeinträchtigung umfassen. Die baulichen Untersuchungen erfordern eine gründliche Reinigung des Systems im Vorfeld. Außerdem sollte der Inspektionsabschnitt frei von Abwasser sein. Schäden wie

- unzulässige Risse,
- Verformungen,
- offene, beschädigte oder verschobene Verbindungen,
- Wurzeleinwuchs, Infiltration, Ablagerungen,
- Setzungen,
- Brüche,
- beschädigte Schächte sowie
- chemische oder physikalische Korrosion

sind einheitlich zu erfassen, damit eine Vergleichbarkeit mit früheren Daten gegeben ist. Nach einer umfassenden Datenerfassung des Ist-Zustandes erfolgt eine Abschätzung des Gefahrenpotentials auf Grundlage einer Kanalzustandsbewertung nach ATV-M 149, woraus eine Einstufung der schadhaften Kanäle nach Prioritäten im Sanierungsprogramm erfolgt. Außerdem lassen sich hieraus Mängelursachen ermitteln.

Für die Erarbeitung ganzheitlicher Lösungen sind in ATV-DVWK-M 143-1 verschiedene Ansätze aufgelistet. Hier wird zwischen Reparatur, Renovierung und Erneuerung differenziert.

Maßgebend für die Auswahl des baulichen Vorhabens sind die Kosten. Daher sollte eine ausführliche Kostenvergleichsrechnung erfolgen.

Für die gewählte bauliche Maßnahme ist dann ein ausführlicher Sanierungs- und Ausführungsplan zu erstellen, welcher unter anderem folgende Punkte umfasst:

- detaillierte Zielsetzung,
- gesetzliche Anforderungen oder Erlaubnisse einschließlich aller Sanierungsfristen,
- Leistungsanforderungen,
- vorgesehene Maßnahmen einschließlich Kosten und Bauphasen,
- Koordinierung mit anderen Baumaßnahmen und
- Bauwerksabmessungen.

3 Zusammenstellung möglicher Sanierungsverfahren insbesondere für Grundstücksentwässerungsanlagen

Im Folgenden werden die am Markt eingesetzten Sanierungsverfahren für Grundstücksentwässerungsanlagen mithilfe kurzer Steckbriefe zusammengestellt. Die Zuordnung der verschiedenen Verfahren zu den Oberkategorien „Reparatur“, „Renovierung“ und „Erneuerung“ erfolgt in Anlehnung an das Merkblatt ATV-DVWK-M 143-1 (vgl. Bild 2.2.1 des Merkblatts, hier Abbildung 3-1).

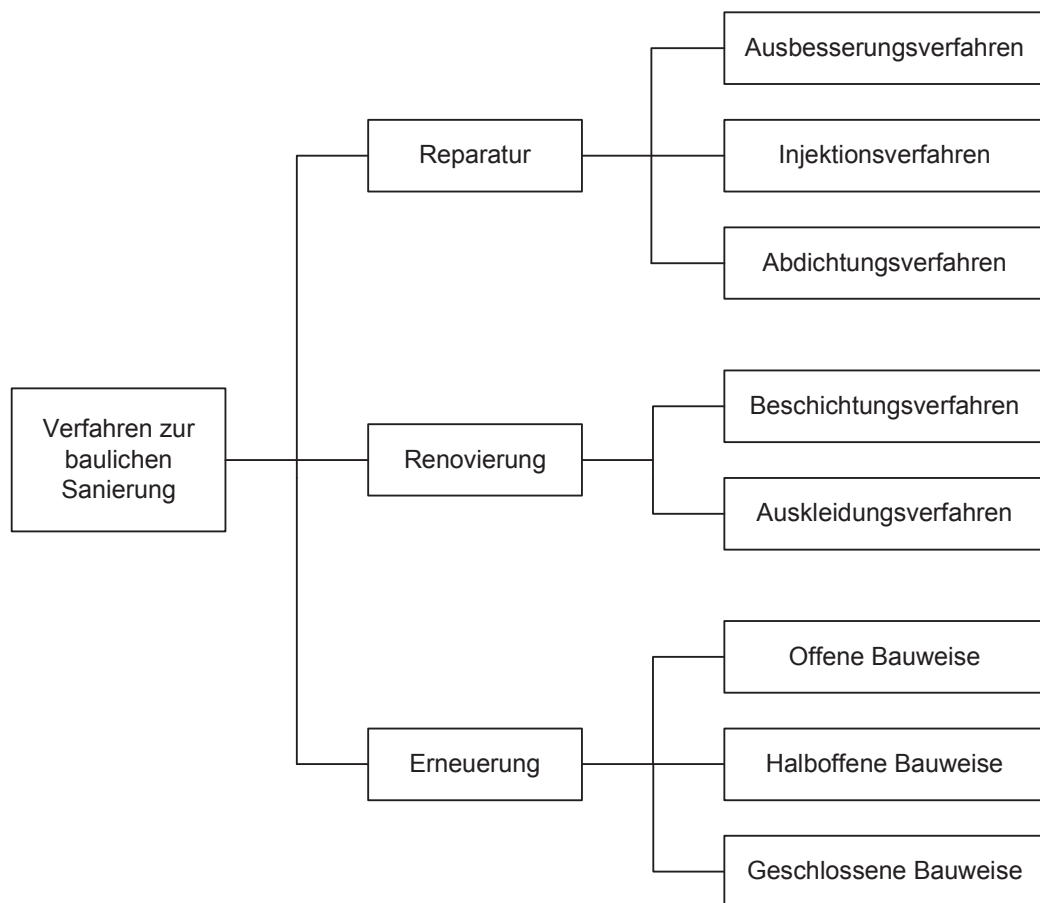


Abbildung 3-1: Verfahren zur Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen (verkürzte Darstellung nach ATV-DVWK-M 143-1, 2004)

Je Sanierungsverfahren werden Nutzungsdauern angegeben. Diese stammen aus unterschiedlichen Quellen und sollen die Bandbreite der zum Teil in Laborversuchen oder durch Hochrechnungen ermittelten Nutzungsdauern wiedergeben. Die Angaben sind folgenden Quellen entnommen:

1. GSTT Informationen Nr. 14 (2000)
2. GSTT Informationen Nr. 22 Teil 1 (2007)
3. DWA-THEMEN ES 6.5 (2009)
4. GSTT Informationen Nr. 22 Teil 1 (2007) (Hinweis: bei Auskleidung mit Mörtel)
5. BMVBS; BMVg (2010) & (2012)
6. BBR (2008)
7. Stein (1998)
8. Insituform (2007)
9. Reline Europe (2010)
10. Merkblatt RSV 1 (2006)
11. Richter (2006)
12. Hüben, Stepkes (2006)

In den Tabellen wird durch hochgestellte Zahlen auf die jeweilige Quelle verwiesen.

3.1 Reparaturverfahren

Gemäß DIN EN 752 Teil 5 sind Reparaturen notwendige Erhaltungsmaßnahmen bei lokal begrenzten Schäden. Sie dienen in erster Linie der Wiederherstellung des Sollzustands und nicht dem Substanzerhalt. Gaugele (2008) geht davon aus, dass mit den unterschiedlichen grabenlosen Reparaturverfahren, die der Markt derzeit anbietet, Restnutzungsdauern des Kanals von 5 bis 20 Jahren erreicht werden können.

Tabelle 3—1: Reparatur - Ausbesserungsverfahren über eine Kleingrube

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✕Grundleitungen
Verfahren	Bei der Ausbesserung über Kleingruben werden einzelne Rohre oder Rohrabschnitte in offener Baugrube freigelegt und durch neue Rohre ersetzt. Mittels Außenmanschetten können die neuen Rohrabschnitte oder Rohrteile an die alten Rohrteile angeschlossen werden.
Einschränkungen	- technischer und finanzieller Aufwand für die Reparatur von außen erheblich (insb. bei großer Tiefenlage, im Bereich anderer Leitungen) - auf die Standsicherheit von eventuell beeinflussten Bauwerken ist zu achten (siehe auch DIN 4123)
Umwelteinflüsse	Baul.: Baugrubenverbau und Bodenverdichtung können Sach- und Kulturgüter gefährden ¹ Ökol.: Auswirkungen auf Boden (Bodenaustausch, -verfestigung) ¹, Flora und Fauna, Beeinträchtigungen durch Lärm und Staub ¹ Wasser: GW-Absenkung ¹
Nutzungsdauer	80-100 a ² , wie Neuverlegung ^{2, 3} , 60-80 a ⁵
Kosten	225-650 €/m (bis DN 300) ⁵
Bestimmungen und Normen	DIN EN 1610, DWA-A 139

Tabelle 3—2: Reparatur - Ausbesserungsverfahren mithilfe von Robotern

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✓Grundleitungen
Verfahren	Roboter für die Arbeit im Kanal können mit verschiedenen elektrischen oder hydraulischen Werkzeugaufsätzen örtlich begrenzte Schäden beheben oder zur Vor- und Nachbereitung von Renovierungsarbeiten dienen. Sie sind mit einem Fahrwerk und einer Kamera ausgerüstet und werden so vom nächstgelegenen Schacht an die Schadstelle herangefahren. Dies geschieht entweder mit händischem Vorschub (Schiebestangen) oder durch selbst fahrende Robotereinheiten. Es können Fräs-, Spachtel- und Injektionsarbeiten sowie Hutprofileinbauten, Stutzen- und Abzweigsanierung mithilfe verschiedener ferngesteuerter, beweglicher Werkzeugen durchgeführt werden.
Einschränkungen	- Der Stand der Technik lässt bisher nur drehende Arbeitsbewegungen (Fräsen) in kleinformatigen Hausanschluss- und Grundleitungen zu ⇒ nur in gradlinigen Leitungen ab DN 200 können Spachtel- und Injektionsarbeiten bzw. der Einbau von Hutprofilen (ab DN 100) zur Stutzen- und Abzweigsanierung ausgeführt werden. - Verbund mindernder Schichten müssen vor Spachtel- und Injektionsarbeiten entfernt werden. - Ausreichend große Wandstärken und druckbeständige Profile des Altrohres erforderlich.
Umwelteinflüsse	Baul.: nur durch Baustelleneinrichtung ¹ Ökol.: ggf. Auswirkungen auf Flora durch Kappen von Wurzeln oder durch Überschussharze im Wurzelbereich, dadurch auch ggf. Beeinträchtigung des Bodens ¹. Wasser: -
Nutzungsdauer	10-20 a ⁴ , 20 a ³ , 40-50 a ¹ , 20-25 a ⁵
Kosten	Wurzeln fräsen: 52-165 €/h zzgl. Kosten für die Baustelleneinrichtung und Vorreinigung ⁵ Einragende Stutzen und Ablagerungen fräsen: 15-2188 €/h zzgl. Kosten für die Baustelleneinrichtung und Vorreinigung ⁵ Risse fräsen und mit EP verpressen: 62-92 €/h zzgl. Kosten für die Baustelleneinrichtung, Vorreinigung und Injektionsmaterial ⁵
Bestimmungen und Normen	DWA-M 143-16

Tabelle 3—3: Reparatur - partielle Injektionen von außen

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✓Grundleitungen
Verfahren	Insbesondere bei sehr tiefen und langen Leitungen kann mithilfe des Injektionsverfahrens der die Leitung umgebende Bodenkörper verfestigt werden. Mithilfe von Rammlanzen wird ein Injektionsmittel in den zu verfestigenden Boden eingebracht. Packer in der alten Leitung sorgen dafür, dass das Injektionsmittel nicht in diese eindringt. Als Injektionsmittel werden zum Beispiel Suspensionen auf Zementbasis, Kunststofflösungen oder Silikatgele verwendet.
Einschränkungen	- großer Vorbereitungsaufwand
Umwelteinflüsse	k.A.
Nutzungsdauer	5-10 a ⁵
Kosten	Baustelleneinrichtung 15.000 € ⁵ Bohrungen ca. 50 €/m ⁵ Injektionen ca. 125 bis 150 €/Std ⁵
Bestimmungen und Normen	

Tabelle 3—4: Reparatur - partielle Injektionen von innen

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✓Grundleitungen
Verfahren	Zur Reparatur mit Injektionen werden Harze oder Gele unter Druck in die undichte Stelle des Kanals und das umliegende Erdreich gepresst. Mithilfe eines Packers werden dazu zunächst aufblasbare Gummimanschetten in Höhe der Schadstelle mit Druckluft gefüllt, damit der zwischen den Manschetten im Bereich der Schadstelle verbleibende Freiraum möglichst gas- und wasserdicht abgeriegelt wird. Anschließend wird das Injektionsmittel in die undichte Stelle bzw. in das umgebende Erdreich verpresst. Gelinjektionen reagieren schrumpfend bei fehlender Umgebungsfeuchte. Daher dienen sie nur der kurzfristigen Abdichtung sichtbarer Schäden. Harzinjektionen sind dagegen sowohl zur Abdichtung und Stabilisierung des umgebenden Altrohrs als auch für den Einsatz bei anstehendem Grundwasser geeignet.
Einschränkungen	- Injektionen mit Packer erst ab DN 150 - Lageversätze und auch kleine Richtungsänderungen können das Einschieben des Packers verhindern - Voraussetzung für das Einsetzen des Packers ist eine ausreichend große Zugangsöffnung - Revisionsschacht erforderlich
Umwelteinflüsse	Baul.: nur durch Baustelleneinrichtung oder ggf. durch unkontrolliert austretendes Gel¹ Ökol.: ggf. Auswirkungen auf Boden durch austretendes Gel; es zieht Wasser an und kann zur Austrocknung führen; ggf. Kappung einzelner Wurzeln¹

	Wasser: ggf. Verschleppung des Injektionsmittels zur KA oder der Vorflut ¹
Nutzungsdauer	10-20 a ² , 10 a ⁶ , 20 a feuchtigkeitsabhängig ¹ Gelinjektionen: 5-10 a ⁵ , Harzinjektionen: 25-35 a ⁵
Kosten	Gelinjektionen 3 bis 14 €/Haltung, zuzüglich Baustelleneinrichtung, Vorreinigung und Injektionsmittel bis DN 300 ⁵ Harzinjektionen 412-603 €/Stk zuzüglich Baustelleneinrichtung, Vorreinigung und Injektionsmittel bis DN 300 ⁵
Bestimmungen und Normen	ATV-DVWK-M 143-8

Tabelle 3—5: Reparatur - Flutungsverfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✓Grundleitungen
Verfahren	Schadstellen, die zu Hohlräumen im Boden geführt haben, können mit dem Flutungsverfahren behoben werden. Dazu werden zwei chemische Lösungen eingesetzt: Kieselsäure-Sol oder Chlorcalcium-Lösung und Natriumsilikat. Die Komponenten werden nacheinander eingeführt und treten entsprechend dem erzeugten hydrostatischen Druck an den Schadstellen der befüllten Leitung aus. Beim Befüllen der Leitungen mit der zweiten Komponente trifft diese auf die in den Boden eingedrungene erste Komponente, reagiert mit dieser und bildet einen die Schadstelle abdichtenden Injektionskörper. Vorteilhaft ist, dass auch verzweigte Leitungsnetze saniert werden können.
Einschränkungen	- der Kanal muss noch standsicher sein - Radialrisse dürfen nur < 5 mm breit, Axialrissen nur < 3 mm breit sein - Sanierung bei Wurzeleinwüchsen nicht möglich - der die Rohrleitung umgebende Boden muss geeignet sein - Dichtkörper sind sprödebruchgefährdet, daher ist der Einsatz bei Erschütterungen oder setzungsgefährdetem Boden nicht zu empfehlen - Hohlräume im Bereich von Schadstellen können mit Kieselsäuregel nicht dauerhaft verfüllt werden, da der Gelkörper mit der Zeit schrumpft - z.T. lassen Wasserbehörden das Verfahren in Wasserschutz-zonen nicht zu - Materialverbrauch und Kosten des Verfahrens kaum abschätzbar, vor Sanierungsbeginn unbedingt eine sorgfältige Wasserdruckprobe in dem zu flutenden Bereich durchführen
Umwelteinflüsse	Baul.: durch Baustelleneinrichtung oder ggf. durch unkontrolliert austretendes Silikatlösungen ¹ Ökol.: geringe Beeinträchtigungen durch Lärm und Staub ¹ , ggf. Kappung von Wurzeln im Schadbereich ¹ Wasser: ggf. Verschleppung des Flutungsmittels zur KA oder der Vorflut ¹
Nutzungsdauer	5-10 a ⁵ , 10 a ⁷ , 20 a feuchtigkeitsabhängig ¹
Kosten	1/3 der Neuverlegung ⁷ , 20-145 €/m zuzüglich Baustelleneinrichtung,

	Vorreinigung und Injektionsmittel bis DN 300 ⁵
Bestimmungen und Normen	Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, erteilte „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“.

Tabelle 3—6: Reparatur - Abdichtungsverfahren mit Kurz- und Langliner auf der Basis von Kunstharz

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✓Grundleitungen
Verfahren	Kurz- und Langliner werden in der Regel aus Polyesternadelfilz oder aus reaktionsharzgetränkten Glasfasergewebe angeboten. Die werkseitig erstellten Matten aus GFK oder neuerdings auch Schläuche aus Gewebe oder Filz werden am Einbauort mit einem speziellen Harz eingestrichen. Mithilfe eines Packers werden die Kurz- oder Langliner in die Rohrleitung eingeführt und unter Kamerabeobachtung exakt im schadhaften Bereich positioniert. Durch Expandieren des Packers wird der Liner an das alte Rohr angedrückt und bei Systemen ohne Ringraum mit diesem verklebt. Ohne Zugabe von Wärme oder Licht erfolgt die Aushärtung des Harzes bzw. des Liners kalt. Vorteilhaft ist, dass diese Liner auch für die Schadensbehebung von horizontalen und vertikalen Muffenversätzen geeignet sind.
Einschränkungen	- weitgehend gerade Leitungsabschnitte mit einer ausreichend großen Zugangsöffnung notwendig - kleine Rohrquerschnitte erschweren die Ausführung der Arbeiten - nur in Ausnahmefällen sollten mehrere Kurzliner hintereinander angeordnet werden, Überlappungen sind auszubilden und die Fließrichtung ist zu beachten - Rohrwandung für eine vollflächige Verklebung von allen verbundmindernden Schichten befreien, alle Anhaftungen, Inkrustationen und sonstige Hindernisse sind mit einem Fräsröbter zu entfernen, sehr glatte Rohrwandungen sind mittels Fräswerkzeug anzurauen, besonders an den Endbereichen, Einbindungen sind hinterwanderungsfrei herzustellen - Das Anfräsen der Rohrrinnenfläche ist besonders bei Kunststoffrohren aufgrund der geringen Wandstärke problematisch - die Leitung muss abwasserfrei sein und sollte möglichst wenige und bzw. gar keine starken Bögen oder Krümmen aufweisen
Umwelteinflüsse	Baul.: durch Baustelleneinrichtung Ökol.: geringe Beeinträchtigungen durch Lärm und Staub, ggf. Kappung von Wurzeln im Schadbereich Wasser:
Nutzungsdauer	5-10 a ³ , 10-20 a ² , 10 a ¹ , 10-15 a ⁵
Kosten	Kurzliner ≤1,50 m: 67-220 €/Stk zuzüglich Baustelleneinrichtung und Vorreinigung bis DN 300 ⁵ Langliner >1,50 m: 119-560 €/Stk zuzüglich Baustelleneinrichtung und Vorreinigung bis DN 300 ⁵
Bestimmungen und Normen	DWA-M 143-3, ATV-DVWK-M 143-7

Tabelle 3—7: Reparatur - Abdichtungsverfahren mithilfe von Innenmanschetten aus Stahl

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✓Grundleitungen
Verfahren	Bei den Innenmanschetten handelt es sich in der Regel um aus Edelstahlblechen vorgeformte Hülzen. Die Innenmanschette wird mit einem Packer zu Schadstelle transportiert und dort bis zum Einrasten eines Schnellverstoßes ausgeweitet. Ggf. wird eine zusätzliche Verklebung mit z. B. PU-Vergussmaterial oder im Epoxidharz vorgenommen. Diese Materialien wirken als Abdichtung und sind an der Außenseite der Manschette angebracht.
Einschränkungen	- alle Anhaftungen, Inkrustationen und sonstige Hindernisse sind mit einem Fräsroboter zu entfernen - Nennweitenbegrenzung liegt bei >DN 150
Umwelteinflüsse	Baul.: durch Baustelleneinrichtung Ökol.: ggf. Kappung von Wurzeln im Schadbereich Wasser:
Nutzungsdauer	10-20 a ^{2, 3} , 10-15 a ⁵
Kosten	325-750 €/Stk zuzüglich Baustelleneinrichtung und Vorreinigung bei DN 200 - 300 ⁵
Bestimmungen und Normen	ATV-DVWK-M 143-7

Tabelle 3—8: Reparatur - Abdichtungsverfahren unter Nutzung von Hutprofilen

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✗Grundleitungen
Verfahren	Zur unterirdischen Abdichtung bzw. Wiederanbindung von seitlichen Zulaufleitungen (Abzweige, Stutzen) dienen reaktionsharzgetränkte Glasfasergewebe oder Polyesternadelfilzen mit einer hut- oder zylinderartigen Form. Sie sind werkseitig vorgefertigt und z. T. auch werkseitig harzgetränkt. Vor Ort werden sie mittels speziell für diesen Einsatzbereich entwickelten Packern in die Rohrleitung eingeführt und exakt positioniert. Beim Expandieren des Packers wird der Zylinderteil des Hutprofils in den Anschlussbereich des Stutzens bzw. des Abzweigs eingestülpt. Wegen des Drucks von innen wird das Hutprofil an die Rohrwandung der Hauptleitung gepresst. Zum Verkleben des Profils werden Epoxidharze genutzt. Die Aushärtung des Hutprofils kann mit (z. B. durch UV-Licht) oder ohne Energiezugabe erfolgen.
Einschränkungen	- bisher nur anwendbar in Leitungen von mindestens DN 200 (Prototypen für Hauptleitungen DN 100 vorhanden) - Anhaftungen, Inkrustationen und sonstige Hindernisse sind zu entfernen, sehr glatte Rohrwandungen sind mittels Fräswerkzeug anzurauen
Umwelteinflüsse	Baul.: durch Baustelleneinrichtung ¹ Ökol.: geringe Beeinträchtigungen durch Lärm und Staub ¹, ggf. Kappung von Wurzeln im Schadbereich ¹ Wasser:

Nutzungsdauer	5-10 a ^{3, 4} , 10-15 a ⁵
Kosten	DN 150: 650 €/Stk ohne Auffräsen des Liners ⁵ DN 200 - 300: 450-650 €/Stk ohne Auffräsen des Liners ⁵
Bestimmungen und Normen	ATV-DVWK-M 143-11 Anhang J und K

3.2 Renovierungsverfahren

Renovierungsverfahren kommen gemäß DIN EN 752 Teil 5 bei hoher Anzahl von Schäden über die gesamte Rohrlänge (z.B. Scherben, Risse, Undichtigkeiten, Korrosion) zum Einsatz. Es können mehrere hintereinander liegende schadhafte Haltungen in einem Arbeitsgang saniert werden, obwohl es sich grundsätzlich um begrenzte Schäden handelt. Die DWA-Umfrage 2009 (Berger, Falk, 2011) ermittelte eine durchschnittliche technische Nutzungsdauer (über verschiedene Renovierungsverfahren gemittelt) von 47 Jahren.

Tabelle 3—9: Renovierung - Auskleidungsverfahren unter Nutzung von Rohren mit Ringraum im Rohrstrangverfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✕Grundleitungen
Verfahren	Die Sanierung von Leitungen mit Bögen ist mit dem Rohrstrangverfahren für GEA möglich, da werkseitig vorgefertigte flexible Rohrstränge (Liner) zum Einsatz kommen. Dazu werden zunächst Einzelabschnitte oberirdisch zu einem Strang verschweißt und ggf. mit Zulauföffnungen versehen. Die entstandenen Rohre werden im Anschluss in die zu sanierende Leitung eingezogen und positioniert. Nach der anschließenden Anbindung der seitlichen Zuläufe, z. B. in Kleinbaugruben, wird der Ringspalt zwischen Liner und Altrrohr verfüllt. Wichtig ist, die Liner gegen Auftrieb zu sichern (z. B. Wasserfüllung).
Einschränkungen	- die Mindestgröße der Revisionsöffnungen richtet sich nach dem minimal möglichen Biegeradius des Rohrstrangs - ggf. ist der Nachweis der hydraulischen Leistungsfähigkeit zu erbringen - die Anbindung von seitlichen Zuläufen kann in der Regel nur innerhalb von Kleinbaugruben erfolgen - Abflusshindernisse und Lageabweichungen in vertikaler oder horizontaler Richtung sollten gegebenenfalls mittels Fräsroboter beseitigt oder minimiert werden - es sind zwei Einsetzpunkte erforderlich - das Verfahren ist nur bedingt bogengängig - Revisionsschacht erforderlich
Umwelteinflüsse	Baul.: durch Baugrube Ökol.: ggf. Kappung von Wurzeln ¹ , ggf. durch Dämmer Wasser: ggf. durch Dämmer ¹ , kurzzeitig durch GW-Absenkung ¹
Nutzungsdauer	bis 50 a ³ , 80-100 a ² , 50 a ¹ , 70-80 a ⁵
Kosten	50-130 €/Stk ohne Auffräsen des Liners z.T. mit Wasserhaltung ⁵
Bestimmungen und Normen	

Tabelle 3—10: Renovierung - Auskleidungsverfahren unter Nutzung von Rohren mit Ringraum im Kurzrohr- und Langrohrverfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✕Grundleitungen
Verfahren	Der Einbau bei diesem Verfahren erfolgt durch taktweisen Einzug bzw. Einschub von selbsttragenden Einzelrohren. Dies erfolgt bei Kurzrohren über Revisionsschächte und bei Langrohren ggf. auch über Einziehbaugruben. Zum Einsatz kommen in der Regel Rohre aus PE-HD oder GFK aber auch Steinzeugrohre (Kurzrohre).
Einschränkungen	- gerade Leitungsabschnitte ohne Rohrbögen und ohne ausgeprägten Lageversatz sowie eine tolerierbare Einschränkung der hydraulischen Leistungsfähigkeit durch die verfahrensbedingte Querschnittsreduzierung erforderlich - Revisionsschacht erforderlich
Umwelteinflüsse	Baul.: durch Baugrube Ökol.: durch Baugrube Wasser: kurzzeitig durch GW-Absenkung
Nutzungsdauer	80-100 a ² , bis 50 a ³ , 70-80 a ⁵
Kosten	120-230 €/m ohne Auffräsen seitlicher Zuläufe und ohne Schachtanbindung ⁵
Bestimmungen und Normen	

Tabelle 3—11: Renovierung - Auskleidungsverfahren mit örtlich hergestellten und erhärtenden Rohren im Schlauchliningverfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✕Grundleitungen
Verfahren	Beim Schlauchliningverfahren sind zwei Varianten zu unterscheiden: Schlauchliner mit und ohne Pre-Liner. Beim Einbau wird ein vorgefertigtes schlauchförmiges Trägermaterial mit Kunstharz getränkt, in die zu sanierende Leitung unter Verwendung einer Zugvorrichtung eingezogen oder mittels Druckluft bzw. Wasser und einer Inversionsanlage eingestülpt. Dort härtet der Liner, der mit unter Druck an die Rohrwandung gepresst wird, aus. Die Aushärtung erfolgt mit heißem Wasser, Wasserdampf, ohne zusätzlichen Energieeintrag oder mit UV-Licht. Anschlussleitungen können angeschlossen werden. Dazu werden an den entsprechenden Stellen mit einem Fräsroboter Öffnungen gefräst und Hutprofile eingebaut.
Einschränkungen	- bei Grundleitungen und Anschlusskanälen werden nur selten Pre-Liner eingesetzt. Infolgedessen entstehen teilweise unkontrollierte Verklebungen, die mit einem Verlust der erforderlichen Wandstärke einhergehen - bei anstehendem Grundwasser und großen Schäden ist zur Vermeidung von unkontrolliertem Harzaustritt ein Pre-Liner zu verwenden - nicht alle Systeme sind bis 90° bogengängig - Abflusshindernisse und Lageabweichungen in vertikaler oder horizontaler Richtung sollten gegebenenfalls mittels Fräsroboter beseitigt oder minimiert werden

	- zu sanierende Haltungen müssen mindestens von einer Seite zugänglich sein, Revisionsschacht erforderlich - erst möglich ab DN 50, bis DN 300
Umwelteinflüsse	Baul.: Geruchsemissionen ¹, ggf. durch Baugrube Ökol.: Verfestigung des Bodens ², ggf. Kappung von Wurzeln ², ohne Pre-Liner ggf. Harzeintrag ² Wasser: ohne Pre-Liner ggf. Harzeintrag ²
Nutzungsdauer	20-50 a ³ , 40-50 a ² , 50 a ^{1, 8, 9, 5} , 40 a ⁷ , > 50 a ¹⁰
Kosten	200 – 300 €/lfm incl. Baustelleneinrichtungen sowie die Vor- und Nacharbeiten ⁷ , ca. 0,5 – 2 h / für das Öffnen der seitlichen Zuläufe ⁷ , 10 – 15 €/m zusätzl. bei Einbau eines Pre-Liners ⁷ , 95-170 €/m ohne Auffräsen seitlicher Zuläufe und ohne Schachtanbindung ⁵
Bestimmungen und Normen	DIN EN ISO 11296 Teil 4, DWA-M 143-3, VBS-Empfehlungen Nr. 5, RSV 1, RSV 7.1, Arbeitsgruppe Süddeutsche Kommunen – RSV-Rohrsanierungsverband: Anforderungsprofil für Schlauchliner – Kanalrenovierung, Stand 20.10.2008

Tabelle 3—12: Renovierung - Auskleidungsverfahren mit örtlich hergestellten und erhärtenden Rohren im Noppenschlauch-Verfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✗Grundleitungen
Verfahren	Ein auf die Länge und den Querschnitt der zu sanierenden Haltung werkseitig vorkonfektionierter Liner wird mithilfe einer Trommel über die Öffnung des Schachtbauwerks in die Haltung eingezogen. Dieser Liner besteht aus zwei Komponenten: dem Pre-Liner und dem Inliner. Die Außenseite des Liners ist mit Ankernoppen versehen, die für den gewünschten Abstand zwischen dem Raum und der alten Kanalwand sorgen. Die Innenseite des Liners ist hydraulisch glatt und bildet das Fließgerinne. Die beiden Komponenten werden jeweils für den konkreten Einsatzort ausgewählt. Durch eine spezielle Vorrichtung wird der Liner beim Einzugsvorgang gefaltet. Die Rückverformung dieser Liner erfolgt mittels Innendruck. Hat er die gewünschte Form erreicht, wird der äußere Ringraum verfüllt. Bei Erreichen der notwendigen Festigkeit des Injektionsmittels kann der Innendruck abgelassen werden.
Einschränkungen	- nur bei Profilen mit DN 200 – DN 3500 möglich - Revisionsschacht erforderlich
Umwelteinflüsse	Baul.: durch Baugrube ¹ Ökol.: bei Einbau ohne Dichtungsbahn ggf. Beeinträchtigung durch Dämme ¹, ggf. Kappung von Wurzeln ⁷ Wasser: ggf. durch Absenkungstrichter ¹, bei Einbau ohne Dichtungsbahn ggf. Beeinträchtigung durch Dämme ¹
Nutzungsdauer	bis 50 a ⁵ , 50 a ¹
Kosten	

Bestimmungen und Normen	DWA-M 143-10
-------------------------	--------------

Tabelle 3—13: Renovierung - Auskleidungsverfahren mithilfe vorgefertigter Rohren im Close-Fit-Verfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✕Grundleitungen
Verfahren	Werkseitig werden kreisrunde Rohrstränge aus thermoplastischen Kunststoffen hergestellt. Für den Einbau vor Ort deformiert der Hersteller diese Profile zu U-Querschnitten, die problemlos in die schadhaften Leitungen eingezogen werden können. Durch Temperatur- und Druckbeaufschlagung (Heißdampf) des Rohrstrangs wird dieser in seine ursprünglich kreisrunde Form zurückgeführt und liegt anschließend eng an dem ursprünglichen Rohr an (close fit). Seitliche Anschlüsse (Stutzen, Abzweige) werden anschließend meist in offener Bauweise hergestellt.
Einschränkungen	- Anwendung nur bei geraden Leitungen mit Querschnitten > DN 200 - Revisionsschacht erforderlich
Umwelteinflüsse	Baul.: - Ökol.: ggf. Kappung von Wurzeln Wasser: -
Nutzungsdauer	80-100 a ^{2, 11} , bis 50 a ³ , 40-50 a ⁵
Kosten	75-110 €/m bei DN 150-300 ⁵
Bestimmungen und Normen	ATV-DVWK-M 143-11

Tabelle 3—14: Renovierung - Auskleidungsverfahren mithilfe von örtlich hergestellten Rohren im Wickelrohrverfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✕Grundleitungen
Verfahren	Bei diesem Verfahren werden werkseitig hergestellte Thermoplast-Profile mit einer Wickelmaschine vor Ort zu einem spiralförmig gewickelten Liner-Rohr verarbeitet. Das Wickelrohrprofil ist an beiden Seiten mit einem „Schloss“ versehen, das auf einer Seite eine positive und auf der anderen Seite eine negativ Form aufweist. Das Ausgangsmaterial wird vor Ort spiralförmig zu einem Rohr gewickelt und fortlaufend in den Kanal hinein gedreht. Für die Dichtheit des Systems sorgen die speziell entwickelten „Schlösser“
Einschränkungen	- der Schachthals muss ausgebaut werden, solange er kleiner DIN 600 ist - bei kleinen Rohrdurchmessern unwirtschaftlich - Revisionsschacht erforderlich
Umwelteinflüsse	Baul.: durch Baugrube ¹ Ökol.: bei Einbau ohne Dichtungsbahn ggf. Beeinträchtigung durch Dämmer

	¹ , ggf. Kappung von Wurzeln ¹ Wasser: ggf. durch Absenkungstrichter ¹ , bei Einbau ohne Dichtungsbahn ggf. Beeinträchtigung durch Dämmer ¹
Nutzungsdauer	bis 50 a ¹ , 40-50 a ⁵
Kosten	120-145 €/m ⁵
Bestimmungen und Normen	ATV-DVWK-M 143-9, RSV 3

Tabelle 3—15: Renovierung - Auskleidung mit örtlich hergestellten Rohren im Spiralrohrverfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✗Grundleitungen
Verfahren	Beim Spiralrohrverfahren werden PE-HD Rohre mit gerippter Außenwand und glatter Innenschicht aus Polyethylen in die zu sanierende Leitung eingezogen. Aufgrund der Rippen auf der Rohraußenseite werden diese in Längsrichtung flexibel, somit können sie in Bögen mit bis zu 90° eingebaut werden. In Radialrichtung weisen sie eine sehr hohe Festigkeit auf. Häufig wird der entstehende Ringraum mit Porenleichtbeton verdämmt.
Einschränkungen	- ab DN 125 - Querschnittsminderungen sind zwangsläufig - Revisionsschacht erforderlich
Umwelteinflüsse	Baul.: - Ökol.: ggf. Kappung von Wurzeln Wasser: -
Nutzungsdauer	50 a ³ , bis 50 a ⁵
Kosten	55 bis 95 €/m ohne Wasserhaltung und zuzüglich der evtl. nötigen Schaffung von seitlichen Anschlüssen ⁵
Bestimmungen und Normen	RSV 3

3.3 Erneuerungsverfahren

Leitungen und Kanälen mit gravierenden Schäden müssen in der bisherigen oder mit einer anderen Linienführung neu hergestellt werden. Die neuen Anlagen übernehmen die Funktion der ursprünglichen Leitung. Die Erneuerung in geschlossener Bauweise wird einer DWA-Umfrage (Berger, Falk, 2011) zufolge immer häufiger eingesetzt. Es ist davon auszugehen, dass sich die Nutzungsdauer der im Folgenden aufgeführten Sanierungsverfahren an denen für Leitungsneubau orientiert.

Tabelle 3—16: Erneuerung in offener Bauweise

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse (✓)Grundleitungen
Verfahren	Zunächst sind die befestigten Oberflächen aufzubrechen. Daraufhin wird der Leitungsgraben ausgehoben, die vorhandenen Rohre ausgebaut und eine neue Rohrbettung hergestellt. Nach Einbau der neuen Leitungen (inkl. Anbindung an Schächte bzw. Seitenzuläufe) und Dichtheitsprüfung wird der Graben wieder lagenweise verfüllt. Abschließend muss die Oberfläche wieder hergestellt werden.
Einschränkungen	- ggf. Abwasserumleitung und auch Wasserhaltung - Lage vorhandener Versorgungsleitungen wie z. B. Gas-, Wasser- und Stromleitungen auf dem Grundstück müssen bekannt sein - Bodengutachten sollte die vorliegenden Boden- und Grundwasserverhältnisse beschreiben - ggf. Verkehrssicherungsmaßnahmen erforderlich - Wiederherstellung der Geländeoberfläche
Umwelteinflüsse	Baul.: Kultur- und Sachgüter gefährdet durch Baugrubenverbau und Verdichtungsarbeiten ¹ Ökol.: im Baugrubenbereich Beeinträchtigung von Flora, Fauna, Landschaft ¹ Wasser: GW-Absenkung, Zwangsdrainage bei Wiederverfüllung ¹
Nutzungsdauer	80 -100 a ^{2, 5} , 80 a ^{3, 7} , 50-80 a ¹
Kosten	125-320 €/m ¹² , 125-325 €/m bei einer Tiefe von ca. 3 m aus Steinzeugrohr ⁵ , 250 – 350 € für die Verlegung der Hausanschlüsse und ca. 600 €/m für die Erneuerung der Grundleitungen unter der Bodenplatte ⁷ , 200 – 400 €/m ⁷
Bestimmungen und Normen	EN 1610, DWA-A 139

Tabelle 3—17: Erneuerung in geschlossener Bauweise mit dem Berstverfahren

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✗ Grundleitungen
Verfahren	Zunächst sind Start- bzw. Zielbaugruben einzurichten. Anschließend wird mit statischer oder dynamischer Krafteinleitung der Verdrängungskörper durch die defekte Leitung hindurchgezogen. Beim statischen Berstverfahren wird

	zunächst ein Berstgestänge in die alte Leitung geführt. In der Einziehgrube angelangt werden Messkopf und Berstkörper am Gestänge montiert. Eine Lafette zieht die gesamte Vorrichtung inkl. neuen Rohrs in die Startgrube zurück. Beim dynamischen Berstverfahren wird der Berstkopf mittels einer Winde durch die alte Rohrleitung gezogen. Ein Schlagkolben (druckluftgetrieben) zertrümmert die alte Leitung. Die entstehenden Scherben können in den umgebenden Boden verdrängt werden. In einem Arbeitsgang wird gleichzeitig mit dem Berstkörper das neue Kanalrohr oder ein Schutzrohr eingezogen. Abschließend werden Einbindungen wiederhergestellt und in offener Bauweise seitliche Anschlüsse an das eingezogene Rohr gebunden.
Einschränkungen	- Einrichten einer Abwasserhaltung - ggf. auf die Zugkraftschlüssigkeit der neuen Rohrverbindungen achten - nur bei langen, geraden Leitungsabschnitten und für Kreisprofile anwendbar - Vorteilhaft sind möglichst spröde Altleitungen (z. B. Guss, Steinzeug, FZ, unbewehrter Beton), Leitungen aus Stahl, Kunststoff, GGG oder mit Linern müssen vor dem Eindringen des neuen Rohrs aufgeschnitten und ausgeweitet werden - Voraussetzungen sind verdrängungsfähige Leitungszonen und eine ausreichende Bettung
Umwelteinflüsse	Baul.: Gebäude gefährdet durch Verfahren selbst und/oder Baugrubenverbau¹ Ökol.: Bodenbeeinträchtigung durch eindringende Bruchstücke des Altrohrs¹, Wurzelquetschungen und -abriss¹ Wasser: GW ggf. durch Anhaftungen an Bruchstücken¹
Nutzungsdauer	80 -100 a ^{2, 5} , wie Neuverlegung ³ , 80 a ⁷ , 50 a ¹
Kosten	150-375 €/m ¹² , 150-450 €/m 95-170 €/m ohne Start- und Zielgrube, ohne Auffräsen seitlicher Zuläufe und ohne Schachtanbindung ⁵
Bestimmungen und Normen	DWA-A 125, DWA-M 143-15

Tabelle 3—18: Erneuerung in geschlossener Bauweise mit dem Microtunnelingverfahren (Überfahren)

Einsatzbereiche	✓Hauptkanäle ✓Hausanschlüsse ✓Grundleitungen
Verfahren	Als Vorbereitung für dieses Verfahren werden die vorhandenen Leitungen mit Stützmaterial gefüllt. Anschließend werden alle Hausanschlüsse abgetrennt und die Stützen fest verschlossen. Im Anschluss wird die Microtunnelmaschine aufgebaut und präzise eingemessen. Die Maschine wird angefahren und das alte Rohr wird überfahren, wobei die neue Leitungstrasse entsteht. Die neue Trasse kann unabhängig von der Lage des alten Kanals gewählt werden. Abschließend müssen die Hausanschlüsse über offene Baugruben wiederhergestellt werden.
Einschränkungen	- das neue einzuziehende Rohr sollte nicht schubspannungsempfindlich sein - der neue Querschnitt muss gleich oder größer als der alte Querschnitt hergestellt werden.

Umwelteinflüsse	Baul.: Gebäude gefährdet durch Verfahren selbst und/oder Baugrubenverbau ¹ Ökol.: ggf. Verdichtung/Verdrängung der Bodenstruktur ¹ , Kappung von Wurzeln ¹ , Gleitmittel und Fördermedium ¹ Wasser: durch Gleitmittel und Fördermedium ¹
Nutzungsdauer	120 a ² , 80 a ⁷ , 50-80 a ¹ , 80-100 a ⁵
Kosten	600-1000 €/m bei DN 250-300 ohne Start- und Zielgrube ⁵
Bestimmungen und Normen	

Tabelle 3—19: Erneuerung durch zugängliche Installation

Einsatzbereiche	✗Hauptkanäle ✗Hausanschlüsse ✓Grundleitungen
Verfahren	Bei dieser Variante werden die schadhaften Grundleitungen stillgelegt und die neuen im Kellerbereich unter der Kellerdecke, an Wänden oder in abgedeckten Bodenrinnen installiert.
Einschränkungen	- u. U. neue Wanddurchführungen und die lage- und/oder höhenmäßige Anpassung an die vorhandenen Anschlussleitungen außerhalb des Gebäudes notwendig - z. T. eingeschränkte Nutzung der Kellerräume - Einbau von Pumpen erforderlich beim Einbau von abgehängten Leitungen sowie die Stilllegung von Sanitäranlagen und Bodenabläufen
Umwelteinflüsse	Baul.: Ökol.: Wasser.:
Nutzungsdauer	50 a ³
Kosten	100 - 200 €/lfm ⁷
Bestimmungen und Normen	DIN 12056, Richtlinien der Haustechnik (auch bzgl. Lärm- und Brandschutz)

3.4 Anwendungshäufigkeiten der verschiedenen Sanierungsverfahren

Rund ein Fünftel aller Abwasserkanalhaltungen in Deutschland weisen Schäden auf, die kurz- bis mittelfristig saniert werden müssen. Zur Beurteilung des Zustandes der Kanalisation und bzgl. der Häufigkeit der zur Anwendung kommenden Kanalsanierungsverfahren wurde zum sechsten Mal eine DWA-Umfrage durchgeführt. Die Daten wurden im Jahr 2009 erhoben. An der Umfrage nahmen insgesamt 123 Kommunen und Abwasserverbände aus dem gesamten Bundesgebiet teil (Berger, Falk, 2011). In der Tabelle 3—20 sind die Ergebnisse dieser Befragung zusammengestellt. Im Vergleich zum Jahr 2001 und 2004 geht der Anteil

der Kanalerneuerung, also komplett ersetzter Kanäle, stufenweise zurück. Stattdessen wird vermehrt auf die Behebung der Schäden in den Kanälen gesetzt. Dies kann durch Verbesserung der Funktionsfähigkeit des Kanals (Renovierung) oder Behebung von örtlich begrenzten Schäden (Reparatur) geschehen. So wurden im Jahr 2009 (siehe Abbildung 3-2) 36,2 % aller Sanierungen als Reparaturverfahren und 20,1 % als Renovierungsverfahren durchgeführt. Die am häufigsten eingesetzten Renovierungsverfahren sind Reliningverfahren (mit rund 90 %; siehe Tabelle 3—20:). Es wird geschätzt, dass etwa 23.000 Kilometer öffentliche Abwasserleitungen und Kanäle bis heute mit dem Schlauchliningverfahren saniert wurden (Hoppe, 2011).

Bei der Erneuerung bestätigt sich der bereits seit 2004 erkennbare Trend hin zu geschlossenen Bauweisen.

Tabelle 3—20: Verteilung der Sanierungsverfahren (nach Berger, Falk, 2011)

	Erneuerung		Renovierung			Reparatur			
	offene Bauweise	geschlossene Bauweise	Beschichtungsverfahren	Reliningverfahren	Montageverfahren	Ausbesse-rungs-verfahren	Injektionsverfahren	Abdichtungsverfahren	Sonstige
2001	48,0 %	5,0 %	1,0 %	15,0 %	1,0 %	18,0 %	7,0 %	5,0 %	
2004	40,1 %	8,8 %	3,1 %	21,3 %	1,8 %	9,3 %	6,6 %	9,2 %	
2009	35,6 %	8,1 %	0,5 %	17,9 %	1,7 %	15,7 %	2,1 %	9,7 %	8,7 %

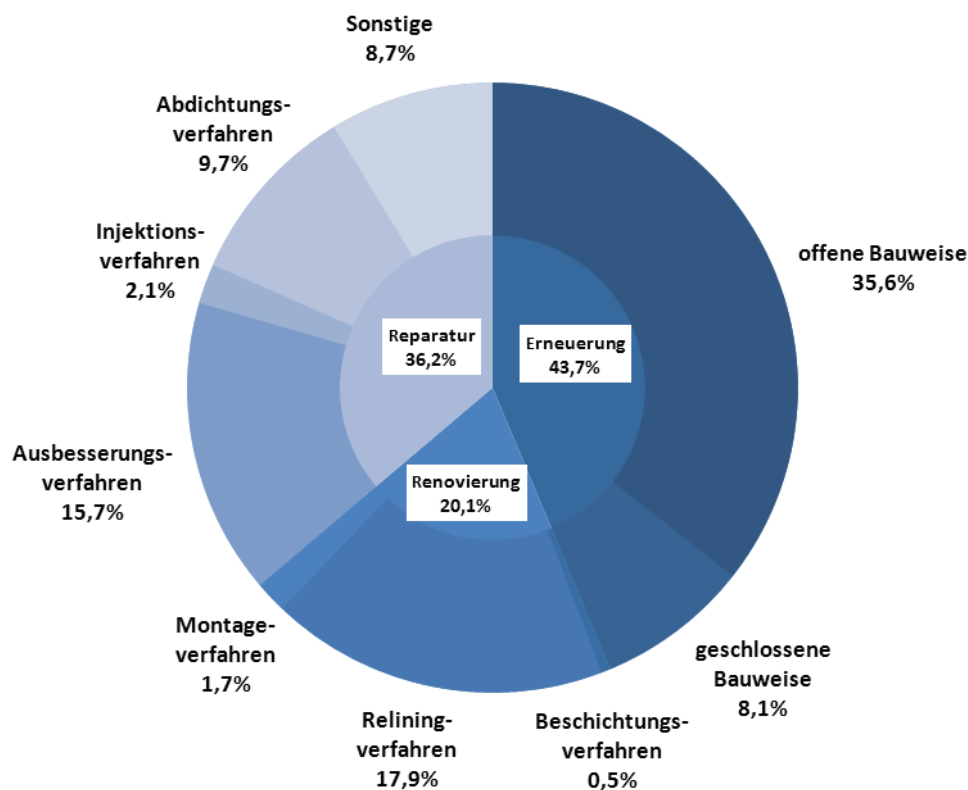


Abbildung 3-2: Verteilung der Sanierungsverfahren im Jahr 2009 (Berger, Falk, 2011)

Zur Beurteilung des Zustandes der privaten Grundstücksentwässerungsanlagen wurde erstmals im Jahr 2009 in der DWA-Umfrage ein Fragenblock integriert, um den Zustand der Abwasserleitungen auf Grundstücken und die Anwendungsverteilung der eingesetzten Sanierungsverfahren zu erfassen. Die Umfrage zeigt, dass der Kenntnisstand zum Zustand der Grundstücksentwässerung gering ist, da die Kommunen für die Instandhaltung privater Leitungen nicht zuständig sind (Berger, Falk, 2011).

Einige Stadtentwässerungsbetriebe, welche sich mit Sanierungsarbeiten an privaten Entwässerungsleitungen befassen, haben eigene Statistiken veröffentlicht (Ballweg, 2010). So hat die Stadtentwässerung Frankfurt am Main (SEF) etwa 4000 Zuleitungskanäle untersucht, was hochgerechnet 5500 Grundstücken gegenüber steht. Die untersuchten Grundstücke weisen eine ähnliche Bebauungsstruktur mit überwiegend Ein- und Zweifamilien-, sowie Reihenhäusern auf. Aufgrund festgestellter Schäden in den Zuleitungskanälen (fast drei Viertel aller untersuchten Kanäle weisen sanierungswürdige Schäden auf), werden die in Abbildung 3-3 dargestellten Sanierungsverfahren empfohlen. In der Mehrzahl handelt es sich dabei um Sanierungsverfahren in offener Bauweise (77 %). Außerdem ist mit 17 % das Abhängen von Leitungen ein weiteres relativ häufig eingesetztes Verfahren. Andere Verfahren kommen nur sehr vereinzelt zum Einsatz.

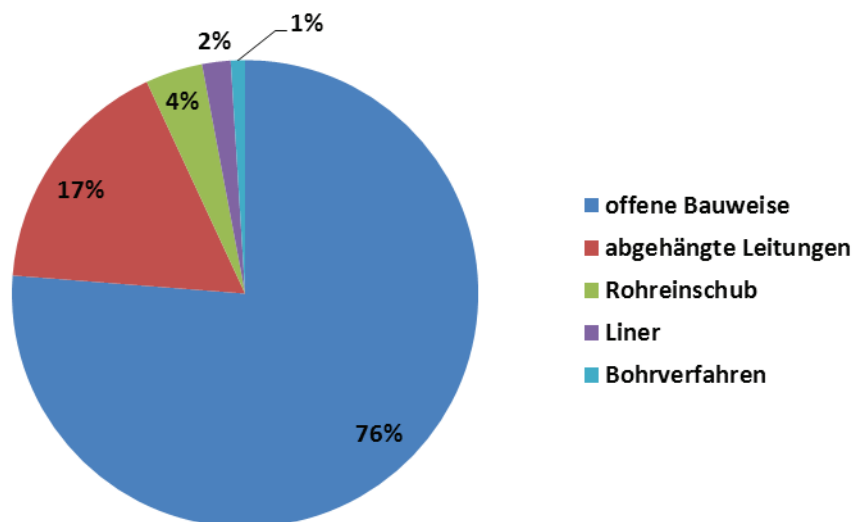


Abbildung 3-3: Verteilung der Sanierungsverfahren bei 706 privaten Grundstücksentwässerungsanlagen in Frankfurt am Main (Ballweg, 2010)

Im Rahmen dieses Projektes wurden insgesamt 178 Grundstücke von zwei Wohnungsgesellschaften erfasst. Die Anwendungshäufigkeit der verschiedenen Sanierungsverfahren wird in Abbildung 3-4 dargestellt. Es wird deutlich, dass die am häufigsten angewendeten Verfahren das Langlinerverfahren (34 %) sowie das Kurzlinerverfahren (26 %) sind.

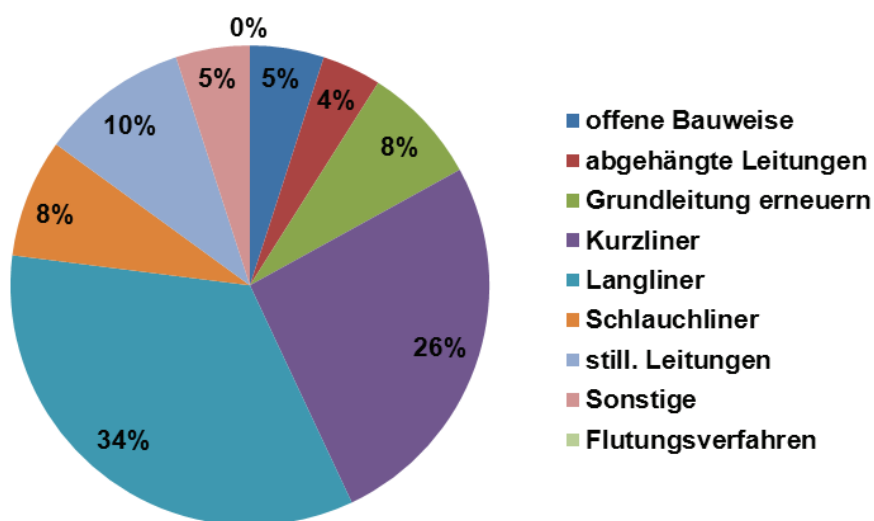


Abbildung 3-4: Anwendungshäufigkeit der verschiedenen Sanierungsverfahren, die bei den im Rahmen dieses Projektes ausgewerteten GEA zum Einsatz kamen (n = 172)

Diese beiden sehr unterschiedlichen Verteilungen zeigen auf, dass sich die Präferenzen des Planers (in diesen Fällen die Kommune bzw. die SEF und die Wohnungsbaugesellschaften A und B) unmittelbar auf die zur Anwendung kommenden Sanierungsverfahren auswirken. Werden bestimmte Verfahren aufgrund von persönlichen Erfahrungen oder örtlichen Randbedingungen bevorzugt, dominieren sie die Verteilung. Dies bestätigt sich auch, sobald die

Verfahrensauswahl der beiden Wohnungsbaugesellschaften getrennt voneinander betrachtet wird. Die geringe Datengrundlage lässt aber keine Aussage darüber zu, welche Sanierungsverfahren bei der Grundstücksentwässerung grundsätzlich im Landes- oder Bundesdurchschnitt bevorzugt werden.

4 Untersuchungen zum Langzeitverhalten sanierter Grundstücksentwässerungsanlagen

4.1 Auswertung vorhandener Unterlagen

Im Rahmen des Projektes konnten zwei Wohnungsbaugesellschaften (WBG) für die Mitarbeit gewonnen werden. Die Wohnungsbaugesellschaften, welche im Folgenden aus datenschutzrechtlichen Gründen Gesellschaft A und B genannt werden, haben in den letzten zehn Jahren bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Grundstücksentwässerungsanlagen geprüft und saniert. Insgesamt wurden von den Gesellschaften Daten von 178 sanierten Grundstücken zur Verfügung gestellt. Die übergebenen Daten enthielten (soweit vorhanden) Unterlagen zur Dichtheitsprüfung, Schadensklassifikation, Sanierungsplanung und -durchführung sowie eine Aufstellung aller Kosten. Die Wohnungsbaugesellschaften besitzen und betreuen Wohnobjekte in ganz NRW. Somit wurden verschiedene Firmen mit der Dichtheitsprüfung und ggf. wieder andere mit der Planung und Sanierung einzelner Objekte beauftragt. Dies führt u.a. zu unterschiedlichen Qualitäten in den Aktenbeständen. Vereinzelt sind die Ausgangsdaten auch sehr lückenhaft.

Die Grundgesamtheit der zur Verfügung stehenden Daten wurde zur weiteren statistischen Auswertung in eine Datenbank überführt. Weiterhin wurden aus dem Bestand an sanierten Grundstücken 35 Grundstücke ausgewählt und hinsichtlich der qualitativen Sanierungsausführung überprüft. Hierzu wurden diese Grundstücke mittels Kamerabefahrung optisch inspiziert und zum Teil abschnittsweise per Luftdruckprüfung auf Dichtheit untersucht. An besonders markanten Stellen wurden darüber hinaus sieben Materialproben entnommen.

4.1.1 Methoden und Ergebnisse der vom Eigentümer veranlassten ersten Dichtheitsprüfungen

Zur Vereinheitlichung der Vorgehensweise und zur Erleichterung der Handhabung bei Bürgern, Sachverständigen und Kommunen erschien Mitte des Jahres 2011 ein Erlass des MKULNV, der u.a. ein Muster einer Dichtheitsprüfungsbescheinigung enthält (MKULNV, 2011). Zuvor hatten nur wenige Kommunen in ihrer Entwässerungssatzung ein Musterformular herausgegeben. Dieser wird auch daran deutlich, dass verschiedene Sachverständige für Dichtheitsprüfungen in der Zeit vor einer Landes-Musterbescheinigung eigene Formulare entwickelten was zu einer großen Pluralität führte.

Um den Informationsgehalt der Dichtheitsprüfungen, die bei den Gebäuden der Wohnungsbaugesellschaften von den Eigentümern veranlasst wurden, zu bewerten, wird eine Auswertung der vorliegenden Daten aus den Jahren 2004 bis 2010 vorgenommen. Abbildung 4-1 zeigt das Ergebnis dieser Auswertung für die Bescheinigungen aller 35 später erneut auf Dichtheit überprüften Objekte. Es wird zusammengetragen, ob zu den einzelnen Unterpunkten der Musterbescheinigung (veröffentlicht in MKULNV, 2011) entsprechende Angaben in

den vorhandenen Objektakten der WBG zu finden sind. Welche Fragestellung der Musterbescheinigung für das jeweilige Tortendiagramm maßgeblich ist, ist an der geschweiften Klammer zu erkennen. Zum Auffinden der gewünschten Informationen werden alle vorhandenen Unterlagen gesichtet, was bedeutet, dass auch einzelne Angaben (z.B. „Gebäudestandort“) genutzt werden, ohne dass das entsprechende Dokument in den Objektakten mit „Dichtheitsprüfungsbescheinigung“ o.ä. benannt ist.

Ein grünes Segment in einem Tortendiagramm in Abbildung 4-1 gibt an, bei wie viel Prozent der erneut optisch inspizierten Objekte die geforderten Angaben zu finden waren. Rote Segmente zeigen den Anteil fehlender Angaben an. Die mit einem Sternchen (*) versehenen Tortendiagramm-Segmente belegen, dass insgesamt bei zwei Objekten keine Dichtheitsprüfungsbescheinigung in irgendeiner Form vorliegt. Daher sind 5,7 % des Tortendiagramms rot eingefärbt. Es können demzufolge an keiner Stelle in den dazugehörigen Objektakten Angaben z.B. zur Art der durchgeführten Prüfung oder zu dem Ergebnis dieser Prüfung gefunden werden.

Bescheinigung über das Ergebnis der Dichtheitsprüfung gem. § 61a LWG NRW

☐ Erstprüfung ☐ Wiederholungsprüfung

Grundstückseigentümer Name _____ Straße _____ PLZ, Ort _____ Telefon _____ E-Mail-Adresse _____	Grundstück Straße _____ PLZ, Ort _____ Flur _____ Flurstück _____ Baujahr des Entwässerungssystems _____ Abwasserleitungen im Wasserschutzgebiet ☐ ja ☐ nein Zone _____	Sachkundiger (Name, Vorname) Unternehmen (Name) _____ Straße _____ PLZ, Ort _____ Telefon/Fax _____ Feststellung der Sachkunde durch _____
---	--	--

1. Angaben zur Grundstücksentwässerung 1.1 Die private Abwasserleitung ist angeschlossen an ☐ öffentlichen Kanal ☐ öffentlichen Schacht ☐ Kleinkläranlage/Abwassersammelgrube Anmerkung: _____ 1.2 Die im Erdreich oder in der Bodenplatte unzugänglich verlegten Abwasserleitungen wurden untersucht vollständig ☐ teilweise ☐ des privaten Grundstücks (Hausanschlussleitungen einschl. Grundleitungen) ☐ im öffentlichen Straßenraum (Grundstücksanschlussleitung) ☐ Zuleitung zur Kleinkläranlage/Abwassersammelgrube ☐ Anmerkung: _____ 1.3 Anlass der Prüfung: ☐ nach Erst- oder Neuerrichtung ☐ nach wesentlicher Änderung im Bestand ☐ nach Sanierung Anmerkung: _____ 1.4 Vorhandene technische Elemente ☐ Schächte ☐ Inspektionsöffnungen ☐ Sonstige: _____ 2. Angaben zu den Einleitungen 2.1 Bei der Einleitung in die öffentliche Kanalisation handelt es sich um ☐ häusliches Abwasser ☐ gewerbliches Abwasser ☐ Niederschlagswasser ☐ Drainagewasser 2.2 Das Schmutz-/Mischwasser des privaten Grundstücks wird eingeleitet in ☐ Mischwassersystem ☐ Schmutzwassersystem ☐ Kleinkläranlage ☐ Abwassersammelgrube ☐ anderes System _____ 2.3 Das Niederschlagswasser des privaten Grundstücks wird eingeleitet in ☐ Mischwassersystem ☐ ein bis zur öffentlichen Kanalisation getrennt geführtes Niederschlagswassersystem ☐ Oberflächengewässer ☐ Untergrund ☐ sonstige Einleitung _____ 2.4 Wenn Drainage vorhanden: angeschlossen auf dem privaten Grundstück an ☐ Mischwassersystem ☐ ein bis zur öffentlichen Kanalisation getrennt geführtes Niederschlagswassersystem ☐ Schmutzwassersystem ☐ Untergrund (Versickerung) ☐ sonstige Einleitung _____ Anlagen ☐ Bestandsplan / Lageplanskizze ☐ Prüfprotokolle Luft / Wasser Nur bei TV-Untersuchung: ☐ CD/DVD ☐ Haltungsbericht ☐ Sonstiges: _____	3. Angaben zu den durchgeführten Prüfungen 3.1 Die im Erdreich oder unzugänglich verlegten abwasserführenden Leitungen wurden geprüft mittels ☐ optische Inspektion ☐ Luft ☐ Wasser angewandte Prüfmethode: _____ 3.2 Sämtliche abwasserführenden Schächte und Inspektionsöffnungen wurden geprüft mittels ☐ optische Inspektion ☐ Luft ☐ Wasser angewandte Prüfmethode: _____ 4. Fehllanschlüsse an den öffentlichen Kanal ☐ keine Fehllanschlüsse vorhanden ☐ Schmutzwasser an Regenwasserkanal ☐ Regenwasser an Schmutzwasserkanal ☐ Sonstige: _____ 5. Ergebnis der Prüfung <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">Teilabschnitt (vgl. Lageplan)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Nr. _____</th> <th>Nr. _____</th> <th>Nr. _____</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>dicht</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>nicht dicht wg. Schaden (s. Schadensbewertung)</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Schadensbewertung*</td> <td>stark ☐</td> <td>mittel ☐</td> <td>gering ☐</td> </tr> <tr> <td>kein Schaden</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td colspan="4">* gemäß Bildreferenzkatalog NRW</td> </tr> <tr> <td>Drainage am Misch-/ Schmutzwassersystem angeschlossen</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Keine Drainage am Misch-/ Schmutzwassersystem vorhanden</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Besonderheiten</td> <td colspan="3">_____</td> </tr> <tr> <td>Datum der Prüfung</td> <td colspan="3">_____</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Stempel / Unterschrift Sachkundiger</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> Der Sachkundige bestätigt mit seiner Unterschrift, dass er zum Zeitpunkt der Prüfung Sachkundiger gem. § 61a LWG NRW ist (s. Liste Sachkundige NRW www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/dichtheits.htm) und die gesamte Dichtheitsprüfung von ihm persönlich durchgeführt wurde. </td> </tr> <tr> <td>Termin der nächsten regulären Prüfung</td> <td colspan="3">_____ / _____ (MM/JJ)</td> </tr> </tbody> </table>		Teilabschnitt (vgl. Lageplan)				Nr. _____	Nr. _____	Nr. _____	dicht	☐	☐	☐	nicht dicht wg. Schaden (s. Schadensbewertung)	☐	☐	☐	Schadensbewertung*	stark ☐	mittel ☐	gering ☐	kein Schaden	☐	☐	☐	* gemäß Bildreferenzkatalog NRW				Drainage am Misch-/ Schmutzwassersystem angeschlossen	☐	☐	☐	Keine Drainage am Misch-/ Schmutzwassersystem vorhanden	☐	☐	☐	Besonderheiten	_____			Datum der Prüfung	_____			Stempel / Unterschrift Sachkundiger				Der Sachkundige bestätigt mit seiner Unterschrift, dass er zum Zeitpunkt der Prüfung Sachkundiger gem. § 61a LWG NRW ist (s. Liste Sachkundige NRW www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/dichtheits.htm) und die gesamte Dichtheitsprüfung von ihm persönlich durchgeführt wurde.				Termin der nächsten regulären Prüfung	_____ / _____ (MM/JJ)		
	Teilabschnitt (vgl. Lageplan)																																																								
	Nr. _____	Nr. _____	Nr. _____																																																						
dicht	☐	☐	☐																																																						
nicht dicht wg. Schaden (s. Schadensbewertung)	☐	☐	☐																																																						
Schadensbewertung*	stark ☐	mittel ☐	gering ☐																																																						
kein Schaden	☐	☐	☐																																																						
* gemäß Bildreferenzkatalog NRW																																																									
Drainage am Misch-/ Schmutzwassersystem angeschlossen	☐	☐	☐																																																						
Keine Drainage am Misch-/ Schmutzwassersystem vorhanden	☐	☐	☐																																																						
Besonderheiten	_____																																																								
Datum der Prüfung	_____																																																								
Stempel / Unterschrift Sachkundiger																																																									
Der Sachkundige bestätigt mit seiner Unterschrift, dass er zum Zeitpunkt der Prüfung Sachkundiger gem. § 61a LWG NRW ist (s. Liste Sachkundige NRW www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/dichtheits.htm) und die gesamte Dichtheitsprüfung von ihm persönlich durchgeführt wurde.																																																									
Termin der nächsten regulären Prüfung	_____ / _____ (MM/JJ)																																																								

Anlagen:

☐ Bestandsplan/Lageplanskizze

☐ Prüfprotokolle Luft/Wasser

Nur bei TV-Untersuchung:

☐ CD/DVD

☐ Haltungsbericht

* = es liegt insgesamt bei zwei Objekten keine Dichtheitsprüfungsbescheinigung in irgendeiner Form vor

Abbildung 4-1: Gegenüberstellung der Angaben vorhandener Dichtheitsprüfungsbescheinigungen zur Musterbescheinigung des MKULNV

Des Weiteren ist zu erkennen, dass die Objektakten bisher immer Angaben zum Grundstückseigentümer, zur Lage des Grundstücks und zum Dichtheitsprüfungsunternehmen enthalten. In 37 % der Fälle fehlt der Name der sachkundigen Person, welcher in der Musterbescheinigung im Kopfteil einzutragen wäre. Allerdings wurden alle vorhandenen Dichtheitsprüfungsbescheinigungen durch einen Sachkundigen unterschrieben. Im Zweifelsfall lässt sich der Name der Person aus dieser Unterschrift aber nicht ablesen.

Angaben zum Baujahr des Entwässerungssystems werden nie gemacht. Ob die zu prüfenden Leitungen innerhalb eines Wasserschutzgebietes liegen, bleibt in 85 % der Fälle unbeantwortet. In 77 % der Unterlagen werden keinerlei Angaben dahingehend gemacht, ob die privaten Leitungen an einen öffentlichen Kanal, einen Schacht oder eine Grube angeschlossen sind. Ähnlich selten (74 %) werden die vorhandenen technischen Elemente (Schächte, Inspektionsöffnungen etc.) beschrieben. Der Anlass der Prüfung wird nur in einem (weiteren) Fall, (neben den beiden Objekten, zu denen keinerlei Dichtheitsprüfungsbescheinigung vorlag) nicht genannt. Bei 57 bis 65 % der Objektakten fehlen Angaben zu den Einleitungen, welche unter den Punkten 2.1 bis 2.3 der Musterbescheinigung einzutragen wären. Angaben zu vorhandenen Drainageleitungen werden nie gemacht. Hätte es einen Drainageanschluss gegeben, hätte gemäß MKULNV (2010b) keine Dichtheit der privaten Abwasseranlage bescheinigt werden dürfen. Außerdem ist auch in keiner der Akten ein Hinweis auf Fehlschlüsse an den öffentlichen Kanal zu finden. Im Hinblick auf die durchgeführte Prüfung ist nur bei vier Objekten nachzuvollziehen, ob die Dichtheitsprüfung optisch oder physikalisch durchgeführt wurde. Im Ergebnis weisen aber alle Bescheinigungen die Dichtheit der Leitungen nach. Ein Termin für die nächste reguläre Prüfung wurde für keines der Objekte angegeben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass knapp 58 % der in der Musterdichtheitsbescheinigung geforderten Angaben auch vor dessen Veröffentlichung durch das Umweltministerium NRW bereits gemacht wurden. Gleichzeitig wird damit aber auch deutlich, dass 42 % der Objektunterlagen ergänzt werden müssten, was die Aussagekraft der Bescheinigung erweitert und vereinheitlicht, aber auch mit einem größeren Aufwand verbindet. Am häufigsten fehlen Angaben zu den örtlichen Gegebenheiten (s. Punkt 1.1, 1.4, 2, 3.2 und 4 der Musterbescheinigung), da der bisherige Fokus der Prüfung eher auf dem Dichtheitsnachweis des vorhandenen und nicht auf der Beschreibung des zu prüfenden Systems lag.

4.1.2 Planung der Sanierungsmaßnahmen

Die Planung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen an GEA besteht, wie Abbildung 4-2 verdeutlicht, aus vielen einzelnen Arbeitsschritten von der Grundlagenerfassung bis zur schlussendlichen Abrechnung. Die einzelnen Arbeitsschritte innerhalb dieses Prozesses werden in nicht unerheblichem Maß von der Rechtsform des Auftraggebers bzw. Grundstückseigentümers bestimmt. Grundsätzlich unterscheidet sich das Vorgehen, wenn es sich bei

dem Grundstückseigentümer um eine Privatperson, einen Zusammenschluss mehrerer privater Eigentümer, einen Wirtschaftsbetrieb oder eine öffentliche Einrichtung handelt.

Der Grundstückseigentümer muss die Sanierung der Grundstücksentwässerungsanlage organisieren und finanzieren. In Einzelfällen wird er die Sanierung in Eigenleistung erbringen, in der Regel wird er aber entweder eine Sanierungsfirma wählen, die auch die Sanierungsplanung übernimmt oder er beauftragt einen unabhängigen Berater. Insbesondere bei einem großen Sanierungsumfang sollte ein „Zertifizierter Berater Grundstücksentwässerung“ die Sanierung planen und überwachen, damit bei der Vielzahl an Sanierungsmöglichkeiten ein technisch sinnvolles und wirtschaftliches Verfahren eingesetzt wird.

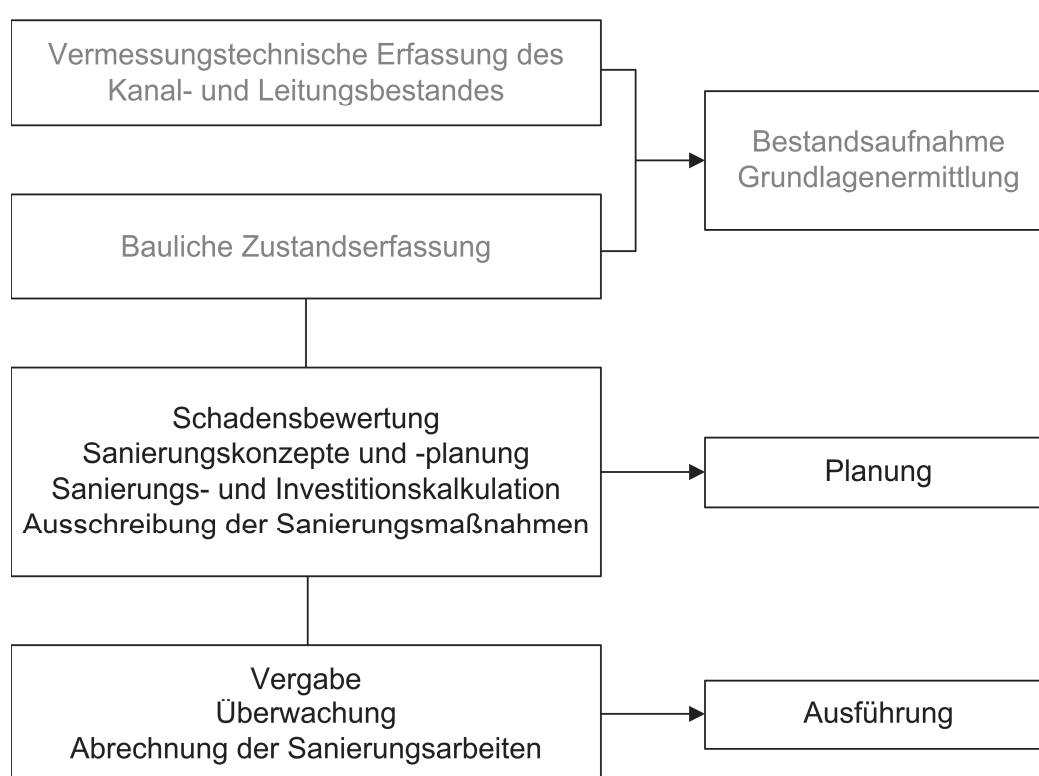


Abbildung 4-2: Phasen einer Sanierung (Ing.-Büro D.S.L., 2012)

Zur Sondierung des Marktes werden ein oder mehrere Angebote bei Sanierungsfirmen eingeholt. Maßgebendes Bewertungskriterium ist zumeist der absolute Rechnungsbetrag. Aus Kostengründen ist die Überprüfung des Sanierungsvorschlages durch Dritte (z.B. Ingenieurbüros) tendenziell selten, obwohl privaten Grundstücksbesitzern zumeist nicht das Fachwissen zur Verfügung steht, um dezidiert Einfluss auf die Planung und Durchführung einer Sanierung nehmen zu können. Dies ist aber dringend zu empfehlen, um unseriöse Anbieter auszuschließen und kostengünstige und effiziente Alternativen zu finden.

Da häufig mehrere Anlieger eines Gebietes von einer notwendigen Sanierung betroffen sind, kann der Zusammenschluss zu einer Auftraggebergemeinschaft vorteilhaft sein. Werden Prüf- und Sanierungsfirmen gemeinschaftlich beauftragt, sind gegenüber der Einzelbeauftra-

gung erhebliche Kosteneinsparungen möglich (Loy, Himmelhan, 2012). Auch die Überwachung der Planung und Ausführung durch ein Ingenieurbüro kann durch den Zusammenschluss spezifisch günstiger ausfallen. Durch die externe Bauüberwachung ergibt sich gleichzeitig ein zusätzliches Qualitätssicherungsinstrument.

Privatwirtschaftlichen und öffentlichen Einrichtungen stehen deutlich mehr Instrumente der Qualitätssicherung bei der Planung der Sanierungsmaßnahme zur Verfügung. Zunächst kann oder muss durch eine Ausschreibung eine objektive Preissegmentierung des Marktes eingeholt werden. Weiterhin verfügen insbesondere öffentliche Einrichtungen und Entwässerungsbetriebe auch über eigenes Fachpersonal, welches die Sanierungsplanung begleiten oder überwachen kann. Hierdurch können sowohl Kosten durch eine bedarfsgerechte Sanierung gespart werden als auch die Gefahr von Fehlern minimiert werden.

Abbildung 4-3 zeigt ein binäres Entscheidungsdiagramm zur Auswahl eines geeigneten Sanierungsverfahrens. Bei der Wahl des Sanierungsverfahrens sollten Art der Schäden, statische Anforderungen, technische Umsetzbarkeit, Abflussverhalten und wirtschaftliche Vertretbarkeit immer geprüft werden.

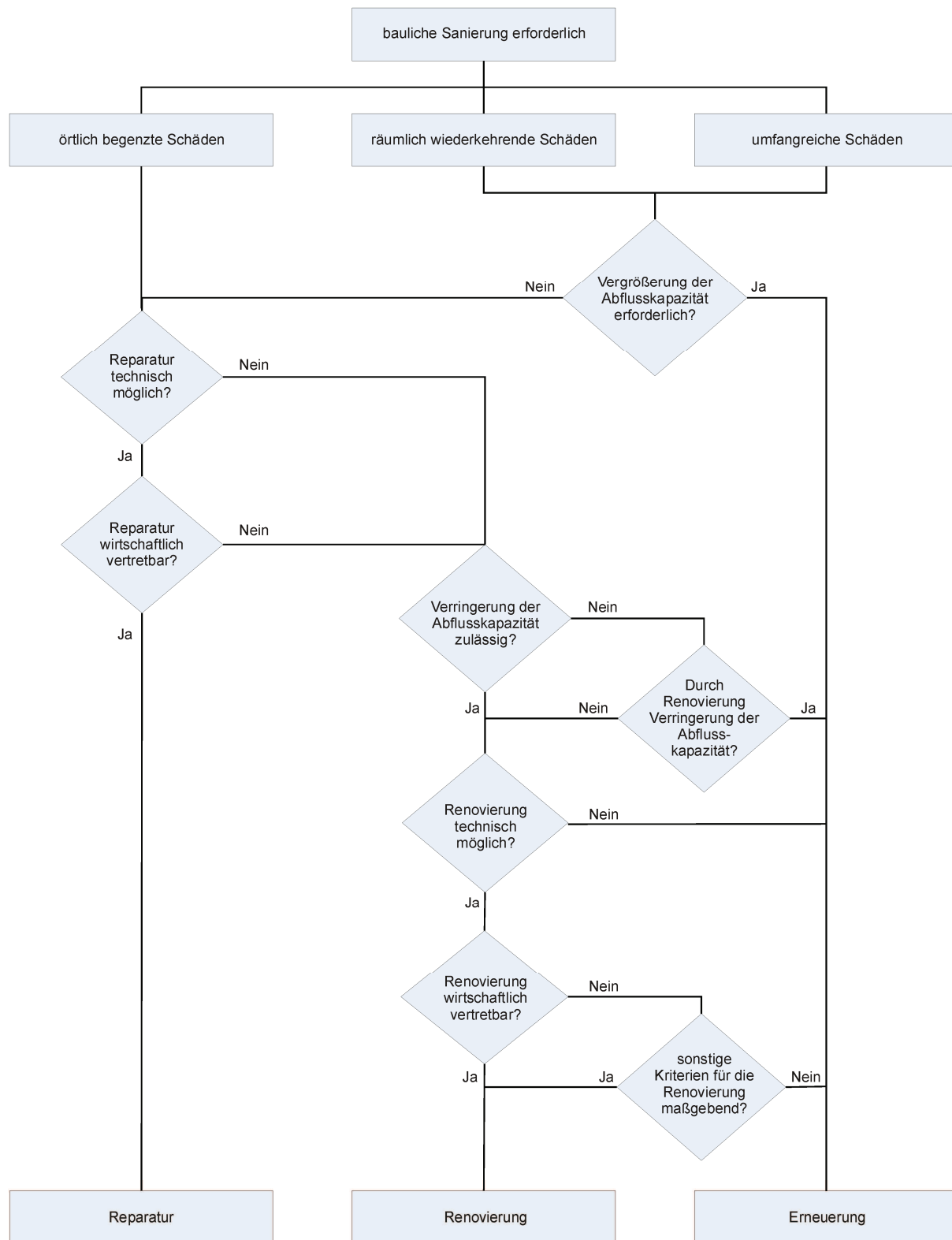


Abbildung 4-3: Entscheidungsgestütztes Vorgehen bei der Sanierungsplanung (ATV-DVWK-M 143, 2004)

4.1.2.1 Ablauf der Sanierungsplanungen bei Wohnungsbaugesellschaft A

Die Wohnungsbaugesellschaft A (WBG A) mit mehr als 50.000 Wohnungen in NRW hat sich intensiv mit den gesetzlichen und praktischen Anforderungen sowie der Dichtheitsprüfung ihrer Liegenschaften auseinandergesetzt und sich gesellschaftsintern entschieden, eine Fachkraft zur Qualitätssicherung der Sanierung einzustellen.

Zur Abwicklung anstehender Sanierungen werden ortsspezifisch Ingenieurbüros über Ausschreibungen beauftragt. Diese wickeln die Untersuchung zur Dichtheit und die Sanierung aller Objekte in der jeweiligen Region ab. Dichtheitsprüfungsunternehmen führen eine optische Inspektion sowie eine Zusammenstellung und Bewertung des Leitungszustandes durch. Auf Basis der Inspektionsergebnisse werden seitens des Ingenieurbüros bzw. zum Teil auch durch die Inspektionsfirma Sanierungsvorschläge ausgearbeitet und zur inhaltlichen und kaufmännischen Prüfung dem Eigentümer vorgelegt. Seitens der Fachkraft wird die Sanierungsplanung eingehend geprüft und bei Bedarf überarbeitet. Mit Freigabe der Sanierungsplanung durch den Eigentümer wird eine örtliche Sanierungsfirma mit der Durchführung der ausgearbeiteten Sanierungsplanung beauftragt (s. Abbildung 4-4). Die Abnahme der sanierten Leitungsabschnitte erfolgt im Anschluss durch eine mechanische Dichtheitsprüfung.

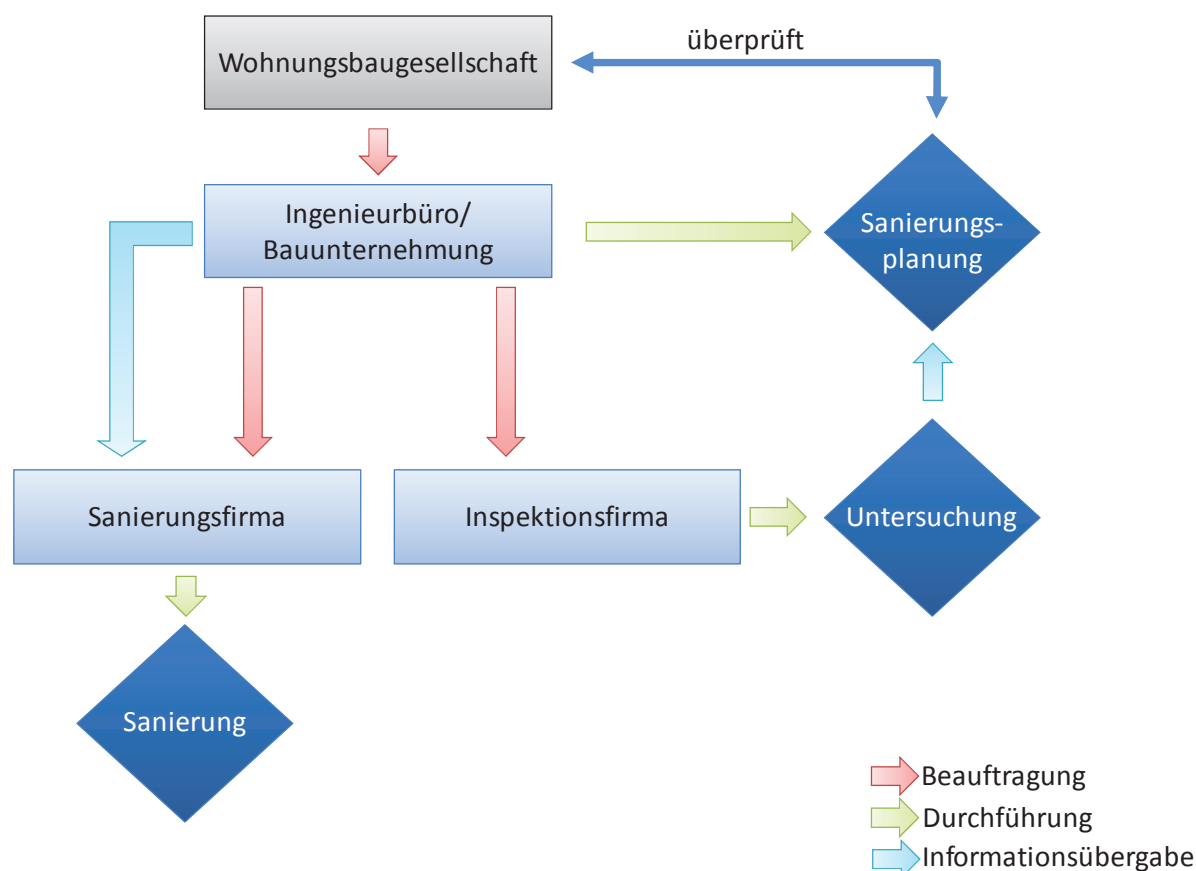


Abbildung 4-4: Ablauf von Sanierungsmaßnahmen bei der Wohnungsbaugesellschaft A

4.1.2.2 Ablauf der Sanierungsplanung bei Wohnungsbaugesellschaft B

Die Wohnungsbaugesellschaft B (WGB B) mit fast 100.000 Wohnungen in NRW hat zur zeitnahen Abwicklung der gesetzlich geforderten Dichtheitsprüfung die gesamte Prüfung, Sanierungsplanung und Sanierung extern ausgeschrieben. Wegen der Vielzahl zu prüfender Objekte wurde die Ausschreibung auf Lose aufgeteilt. Beauftragt wurden Ingenieurbüros oder Sanierungsfirmen (s. Abbildung 4-5). Diese wickelten die Untersuchung und Sanierung aller Objekte in der jeweiligen Region ab. Hierzu übernahm der Auftragnehmer die Planung und Durchführung der geforderten optischen Inspektion sowie bei Bedarf die anschließende Sanierungsplanung und -durchführung. Die Abnahme der Sanierung erfolgte im Anschluss durch eine physikalische Dichtheitsprüfung.

Die zum Teil sehr pauschale Auftragsvergabe hat in manchen Fällen auch einen deutlichen Einfluss auf die Sanierungsplanung. So werden von einigen Auftragnehmern ganze Sanierungsgebiete (Straßenzüge) zusammengefasst und komplett mit einem Sanierungsverfahren abgerechnet. Hierbei fehlen häufig die Befahrungsvideos und eine Detailplanung ist im Nachhinein nicht mehr nachvollziehbar.

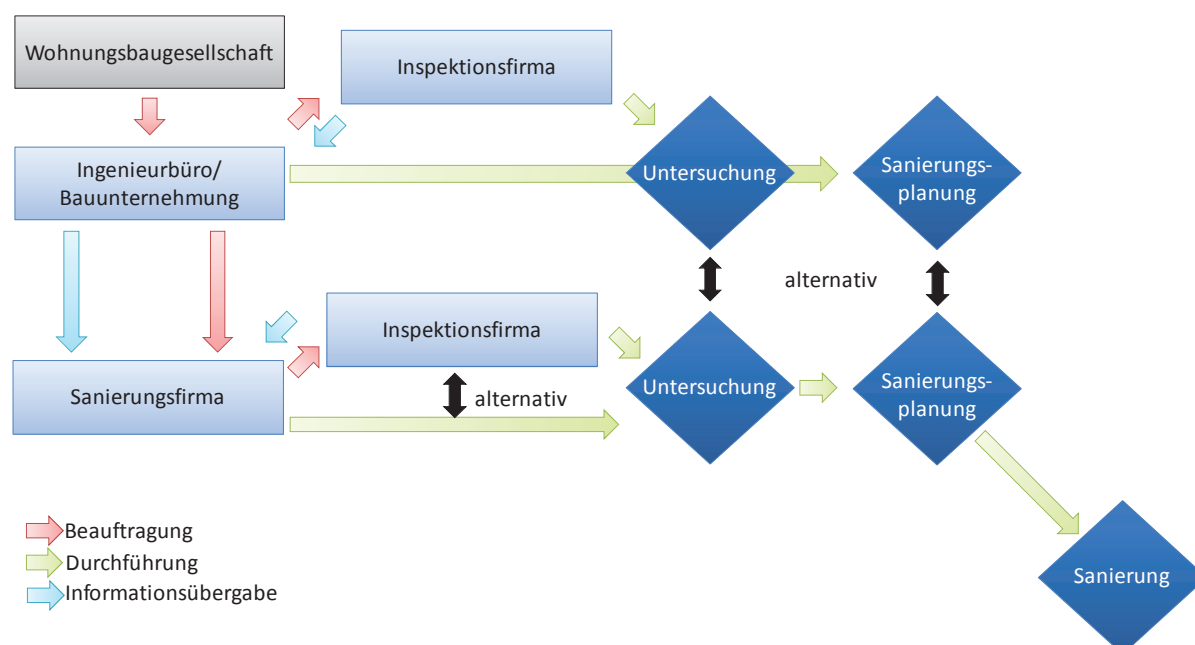


Abbildung 4-5: Ablauf von Sanierungsmaßnahmen bei der Wohnungsbaugesellschaft B

4.1.3 Statistische Auswertung der eingesetzten Verfahren

Im Rahmen der Untersuchung werden die Sanierungsunterlagen der zwei Wohnungsbaugesellschaften in einer Datenbank erfasst und statistisch ausgewertet. Bei allen untersuchten Grundstücken handelt es sich um Gebäude, welche zwischen 1900 und 1972 errichtet wurden. Die Verteilung der Baujahre ist in Abbildung 4-6 dargestellt.

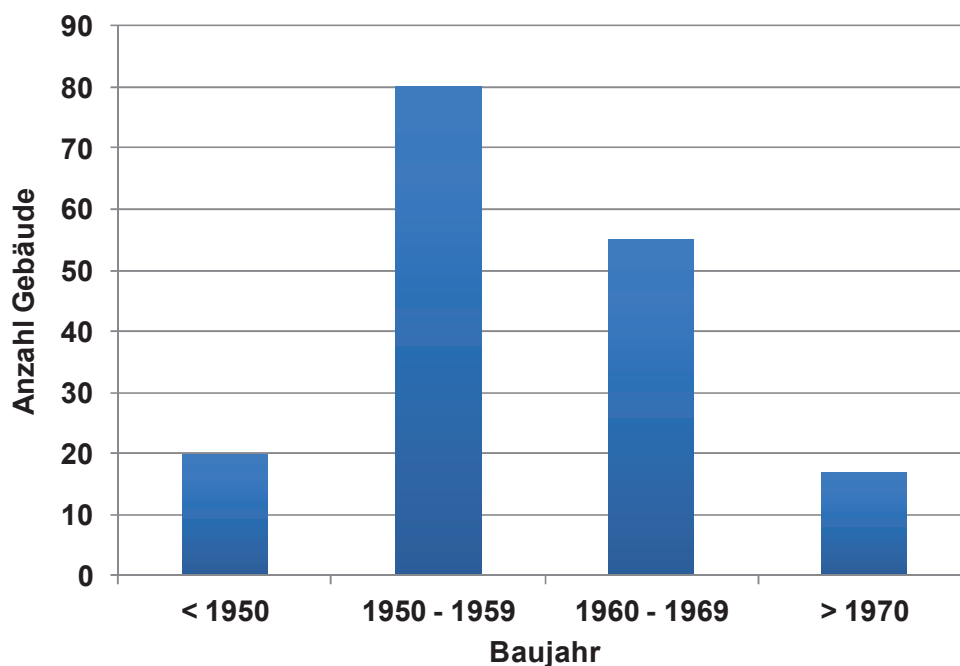


Abbildung 4-6: Verteilung der Baujahre sämtlicher untersuchter Grundstücksentwässerungsanlagen

Alle Grundstücksentwässerungsanlagen wurden zwischen 2004 und 2010 optisch inspiziert und im Schadensfall saniert. Bei den untersuchten 178 Gebäuden aus den Beständen der Wohnungsbaugesellschaften handelt es sich um kleine und mittelgroße Mehrfamilienhäuser. Die Summe der erfassten Charakteristika ist in Tabelle 4—1 dargestellt. Im Rahmen der Inspektion werden 172 GEA (96 %) schadhaft geprüft und saniert.

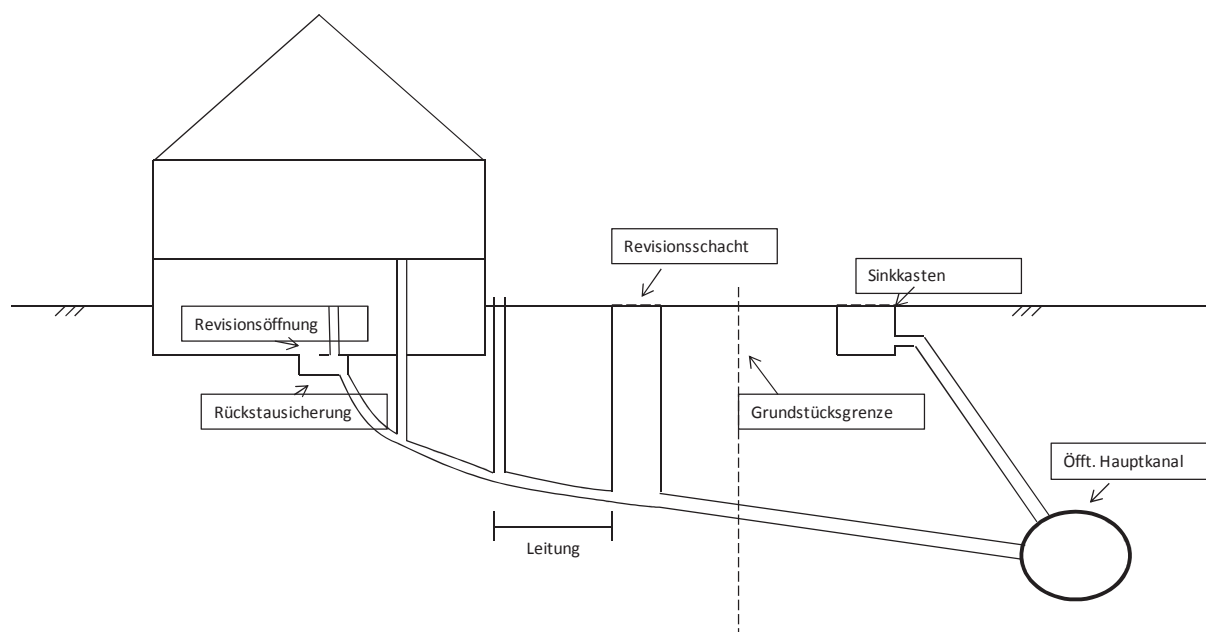


Abbildung 4-7: Schematische Darstellung einer Grundstücksentwässerungsanlage mit Anschluss an den öffentlichen Hauptkanal

Als Leitung wird an dieser Stelle ein Rohrabschnitt zwischen zwei Knotenpunkten definiert (Abbildung 4-7).

Tabelle 4—1: Grundlegendaten der statistischen Auswertung

Anzahl erfasster Grundstücke	178 (172 vollständig ausgewertet)
Anzahl erfasster Leitungen	1.243
Gesamt-Leitungslänge	7.920 m
Erfasste Schadensmerkmale	6.517

Bei den verbauten Altleitungen handelte es sich überwiegend um Steinzeug- (60 %) und Graugussrohre (15 %). Ab 1950 wurden zum Teil auch PVC-Rohre (8 %) verbaut.

Insgesamt wurden bei 1.243 Leitungen 6.517 Schäden erfasst. Bei einem Großteil der erfassten Schäden handelt es sich um Lageabweichungen (>64 %). Brüche, Abflusshindernisse, Risse und Verschleiß bilden mit jeweils unter 10 % einen vergleichsweise geringen Anteil (s. Abbildung 4-8).

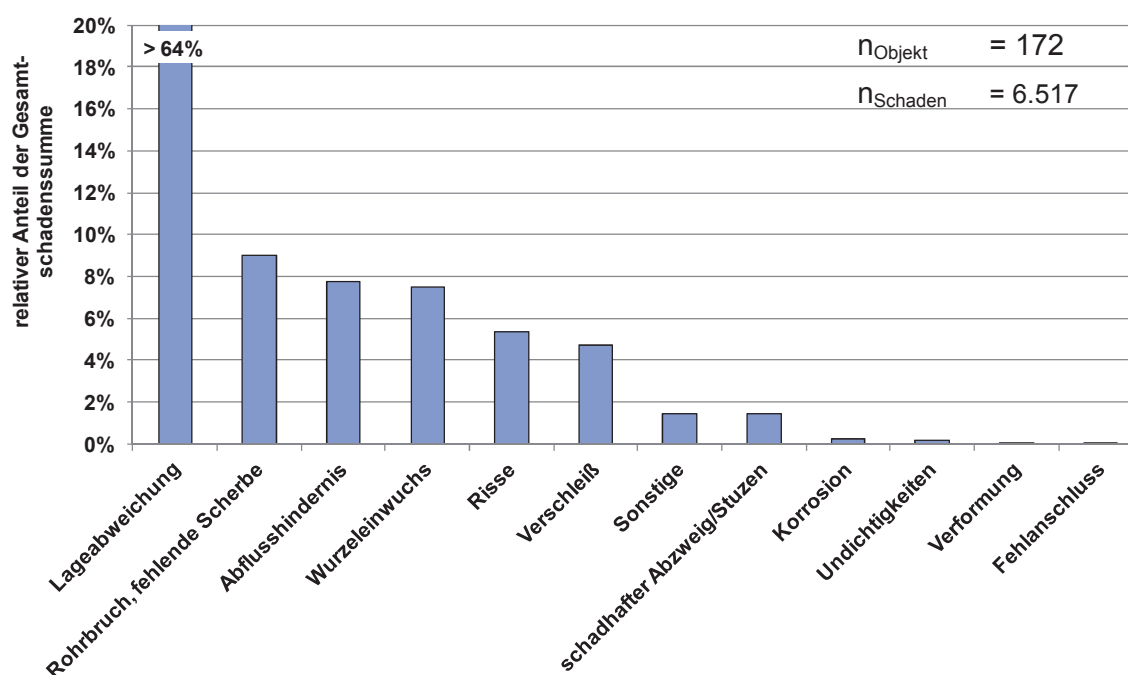


Abbildung 4-8: Anteil der Schadensbilder an Grundstücksentwässerungsleitungen im Untersuchungsgebiet

In Frankfurt am Main wurden in einer ähnlichen Untersuchung 4.000 Zuleitungskanäle (Anschlusskanäle und Grundleitungen) untersucht und Sanierungsstrategien erarbeitet (Krier, 2012). Das Schadensbild in dieser Untersuchung ist in Abbildung 4-9 dargestellt. Muffenversätze als Form der Lageabweichung stellen hier mit 44 % ebenfalls den größten Anteil der auftretenden Schäden dar. Im Gegensatz zum Vergleichsgebiet treten Risse mit 37 % jedoch deutlich häufiger auf. Das Gebiet weist hingegen spezifische Eigenheiten auf, da die Häuser

in den 1920er Jahren schnell und teilweise in Eigenarbeit der Eigentümer errichtet wurden. Bei einem Vergleich der Schadenscharakteristik ist dies zu berücksichtigen.

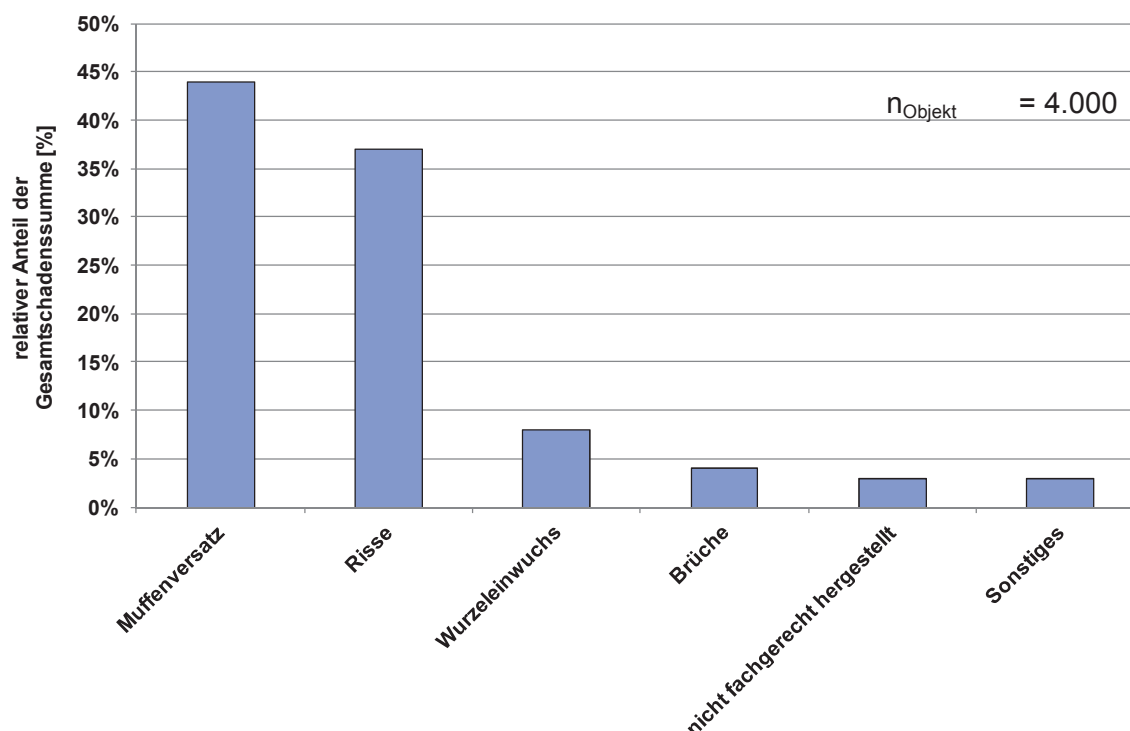


Abbildung 4-9: Schadensbilder an Grundstücksentwässerungsanlagen in einem Untersuchungsgebiet der Stadt Frankfurt (Krier, 2012)

Scheffler, Rohr-Suchalla (2010) erfassten über viele Jahre insgesamt ca. 500 km Grundstücksentwässerungsleitung überwiegend aus Steinzeug und Beton. Auch in ihrer Auswertung erweisen sich Lageabweichungen (insb. Muffenversätze) als das häufigsten Schadensmerkmal. Darauf folgen die Abflusshindernisse, unter die sowohl Wurzeleinwüchse als auch Sedimentationen und Ablagerungen subsumiert sind. Des Weiteren liegen zu 14 % Schäden in Form von Rissen und zu 11 % in Form von schadhafte Anschlüssen vor. Diese 11 % entsprechen rund 50 % aller erfassten Anschlüsse. Alle weiteren Schadensbilder machen jeweils weniger als 10 % der Schäden aus. Einsturz, Materialwechsel und Verformungen stellen sogar weniger als jeweils 5 % der Schäden dar.

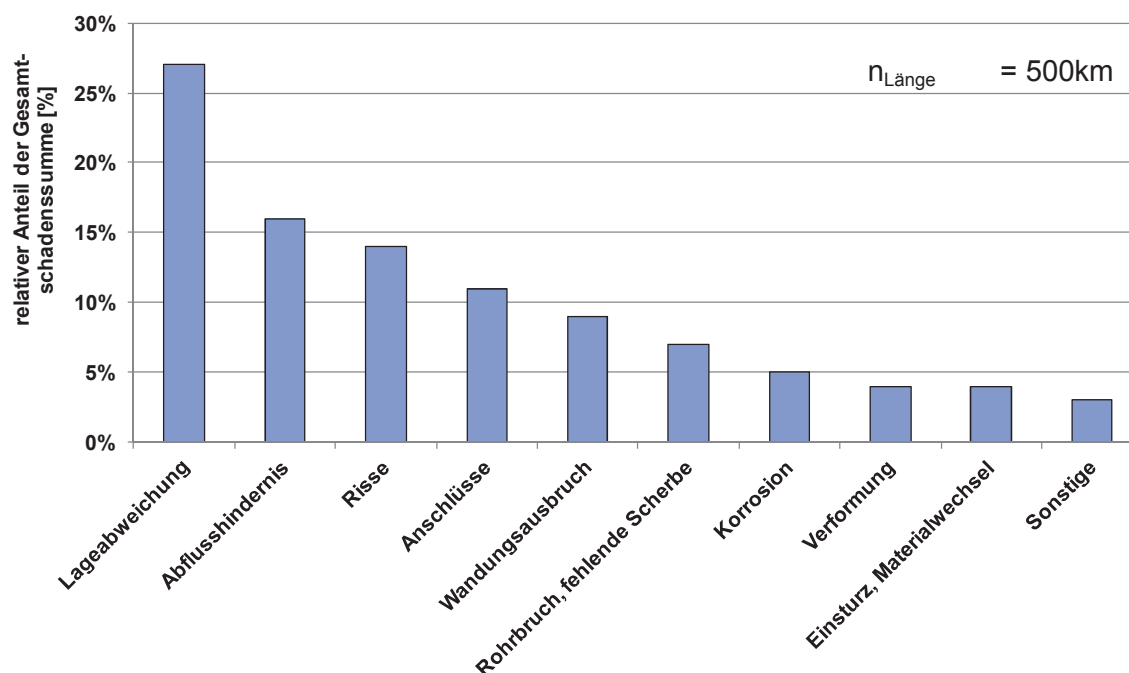


Abbildung 4-10: Anteil der Schadensverteilung bei erdverlegten Grundstücksentwässerungsleitungen (nach Scheffler, Rohr-Suchalla, 2010)

Im Vergleich hierzu sind in Abbildung 4-11 die Schadensbilder der öffentlichen Kanalisation aus einer Untersuchung in Köln dargestellt. Schadhafte Stutzen und Risse bilden hier mit aggregierten 62 % die häufigste Schadenskategorie. Im Vergleich dazu ergibt sich somit ein deutlicher Unterschied zwischen den Schadensbildern im betrachteten Untersuchungsgebiet der privaten Grundstücksentwässerungsleitungen und in diesem öffentlichen Kanalnetz. Ähnliche Erkenntnisse ergeben sich auch aus anderen Untersuchungen, bei denen Lageabweichungen die häufigsten Schäden an Grundstücksleitungen darstellten (Thoma, Goetz, 2008). Dies sollte auch vor dem Hintergrund der Übertragbarkeit von Sanierungsverfahren aus dem öffentlichen Kanalbereich berücksichtigt werden.

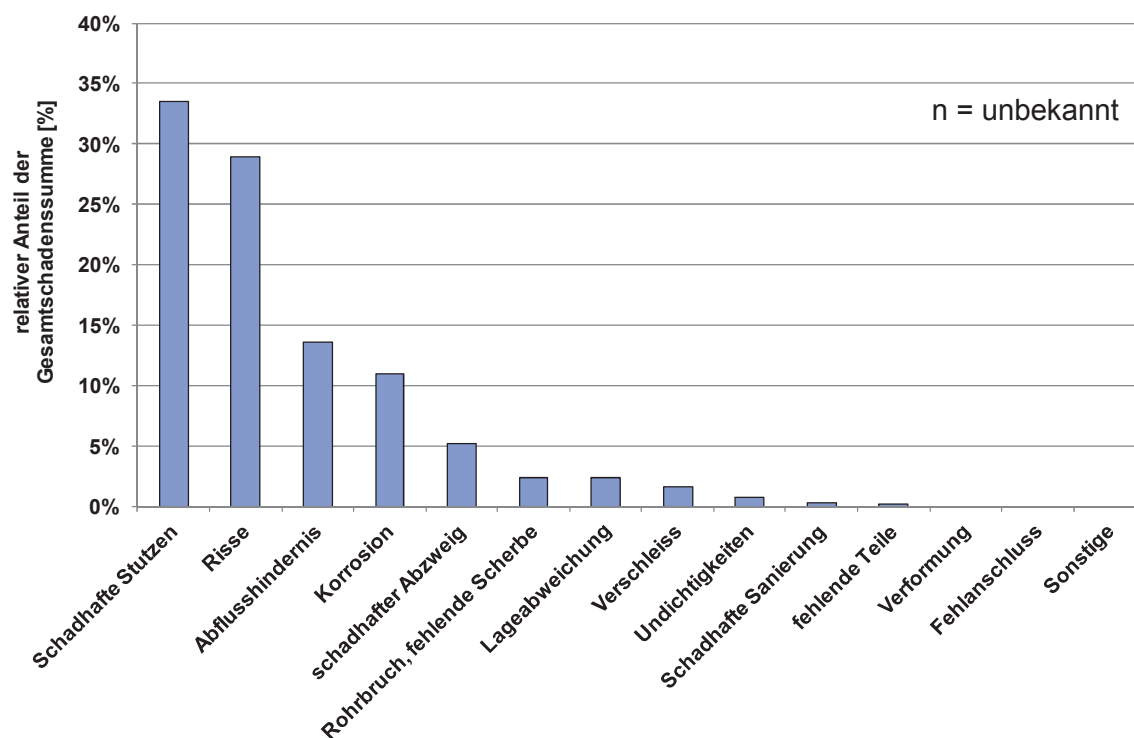


Abbildung 4-11: Anteil der Schadensbilder in der öffentlichen Kanalisation in Köln (Brandenburg, 2011)

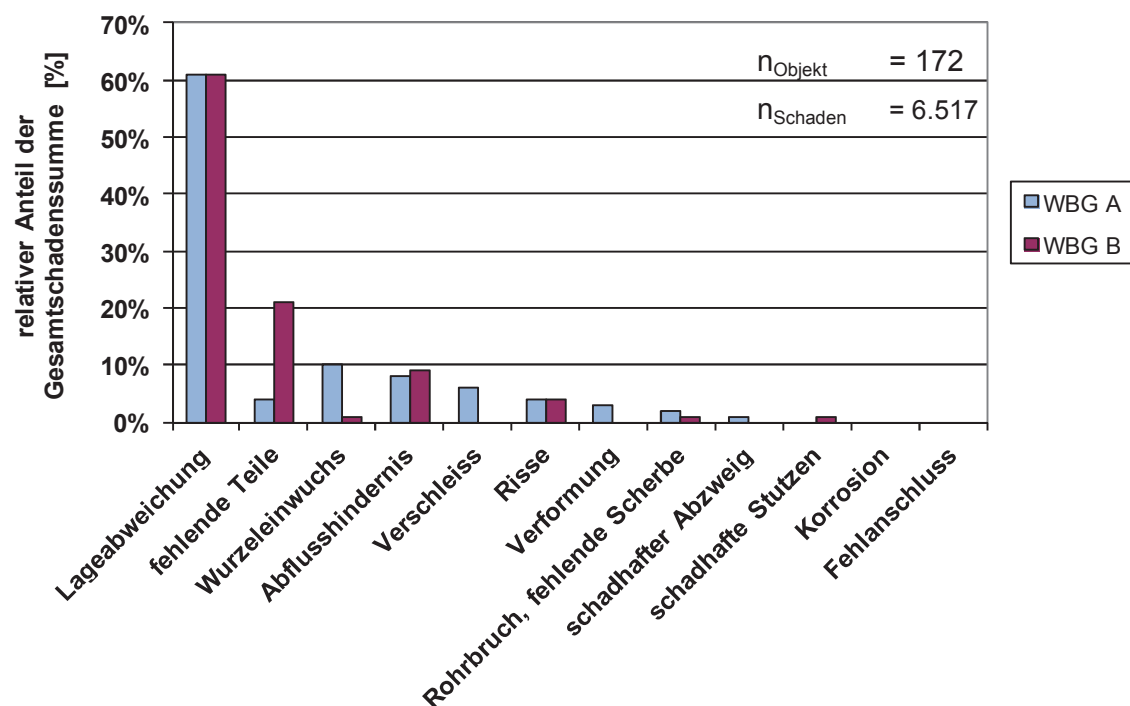


Abbildung 4-12: Anteil der Schadensbilder im Untersuchungsgebiet nach Grundstücksbesitzer

Das Schadensbild in der vorliegenden Untersuchung ist bei beiden Wohnungsbaugesellschaften trotz unterschiedlicher Vorgehensweise bei der Untersuchung bzw. Sanierung sehr ähnlich (Abbildung 4-12). Insbesondere die Lageabweichungen bilden mit 60 % das deutlich höchste Schadensaufkommen.

Zur Darstellung der Eingangsgrößen sind im Folgenden Box-Plot-Diagramme dargestellt. Die gewählte Verteilungsgrenze bezieht sich auf das 25 %- sowie 75 %-Quantil. Bei den betrachteten Grundstücken (Abbildung 4-13) handelt es sich vorwiegend um Mehrfamilienhäuser mit vier bis zehn Grundleitungen. Es ist zu erkennen, dass die Anzahl der Leitungen bei den Grundstücken der WBG B im Mittel halb so hoch ist wie bei WBG A.

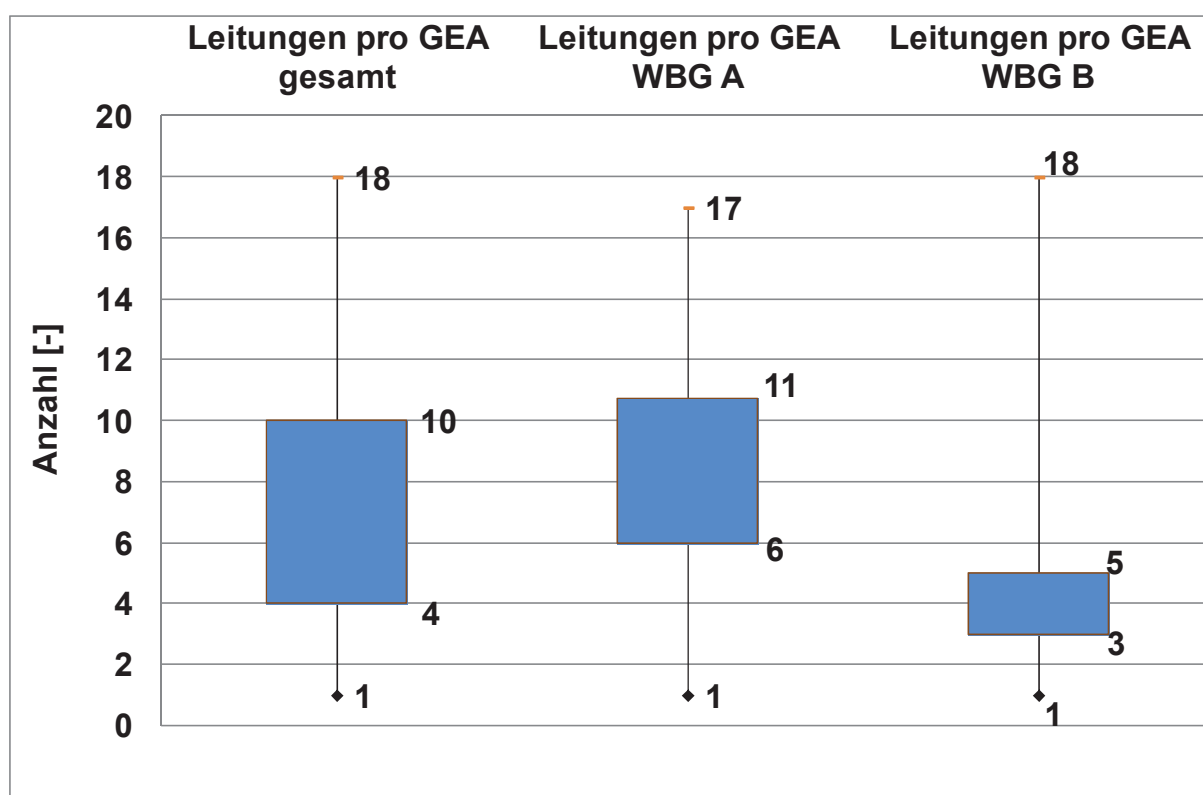


Abbildung 4-13: Statistische Verteilung der Leitungen pro Grundstück

Insgesamt beläuft sich die Leitungslänge bei ca. 5-8 m (Abbildung 4-14). Diese Länge divergiert auch nicht wesentlich zwischen den beiden WBG. Bei den Maximalwerten von 42 bzw. 26 m Länge handelt es sich um nicht repräsentative Ausreißer.

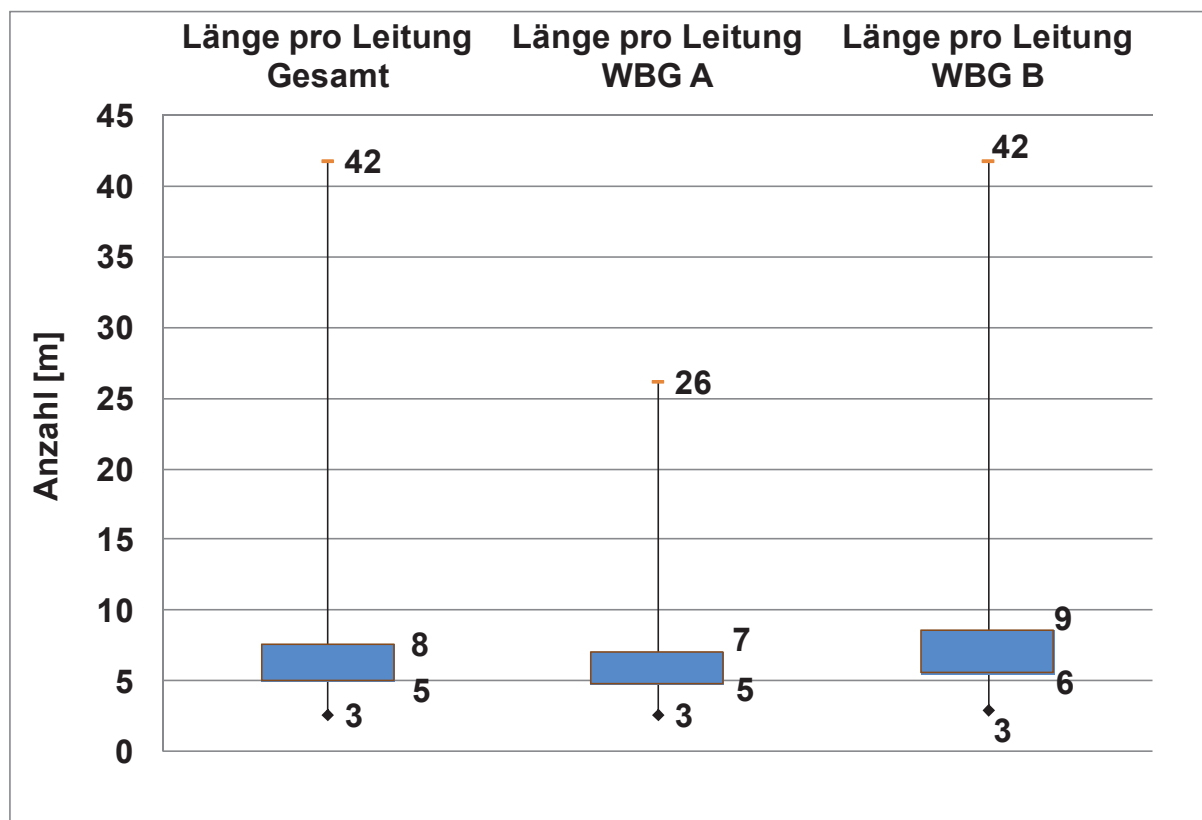


Abbildung 4-14: Statistische Verteilung der Leitungslängen

Die Schadensverteilung liegt hier zwischen drei bis zehn Schäden pro Leitung bzw. 0,5 bis 1,5 Schäden pro Meter (Abbildung 4-16). Die WBG B weist hierbei wiederum eine um den Faktor 2 höhere Schadensdichte auf als die WBG A. Als Vergleich hierzu wurde in einer nicht repräsentativen Untersuchung von 88 Grundstücken in Göttingen (4 km Leitung) eine mittlere Schadensdichte von 0,25 Schäden pro Meter festgestellt (Thoma, 2006). Scheffler, Rohr-Suchalla (2010) stellten bei ca. 500 km untersuchter Leitungslänge je nach Baujahr 0,25 (jüngere GEA) bis 0,5 (ältere GEA) Schäden fest. Die undifferenzierten Angaben der Schadensdichte bzw. Zustandsklassen in öffentlichen Kanalisationen und den GEA sind jedoch nicht aussagekräftig und können zu Fehlinterpretationen verleiten. Die Faktoren Baujahr, Material, Nennweite, Region usw. haben hierauf einen so maßgeblichen Einfluss, dass ein direkter Vergleich ohne genaue Angaben zu diesen Randbedingungen unmöglich ist.

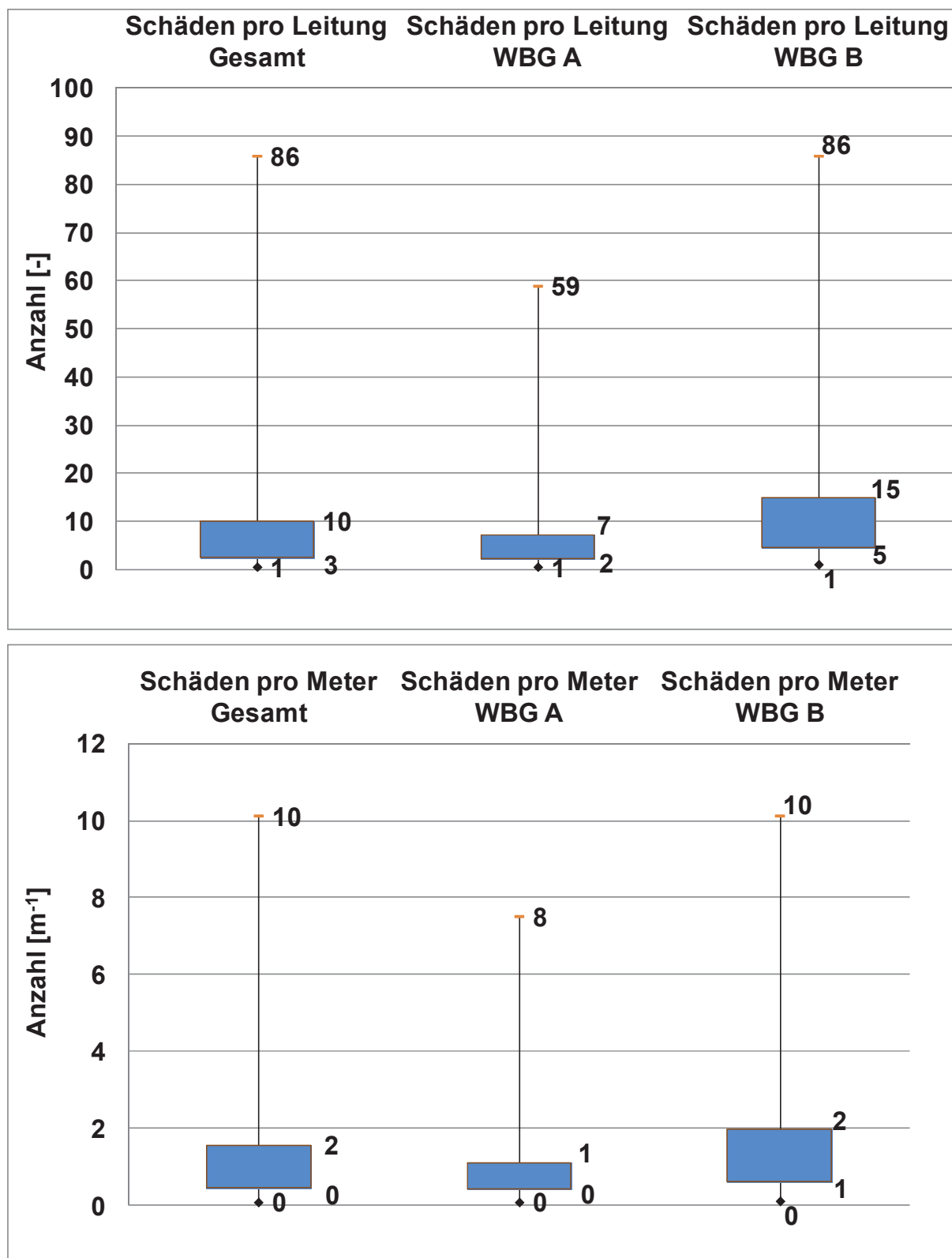


Abbildung 4-15: Statistische Verteilung der Schäden

Die meisten der untersuchten Leitungen weisen fünf (60 %) bis zehn Schäden (90 %) pro Leitung auf. Es wurden jedoch auch Leitungen mit über 25 Schäden festgestellt (Abbildung 4-16).

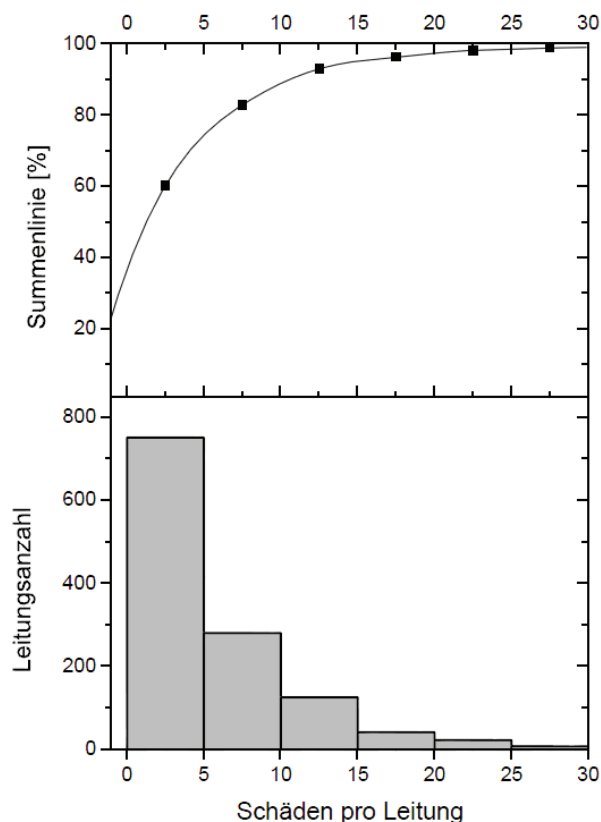


Abbildung 4-16: Verteilung der Schäden pro Leitung

4.1.3.1 Anwendungshäufigkeiten der Sanierungsverfahren bei der WBG A

Im Rahmen dieser Untersuchung stellte die Wohnungsbaugesellschaft (WBG) A Daten aus 112 abgeschlossenen Sanierungen zur Verfügung (Tabelle 4—2).

Tabelle 4—2: Grundlegenden Daten der statistischen Auswertung bei der WBG A

	Anzahl	rel. Anteil an der Gesamtheit der Auswertung
Anzahl erfasster Grundstücke	112	65 %
Anzahl erfasster Leitungen	915	78 %
Gesamt-Leitungslänge	4.232 m	56 %
Erfasste Schäden	5.577	75 %

Bei den betrachteten Grundstücken der WBG A (Abbildung 4-17) handelt es sich vorwiegend um Mehrfamilienhäuser, welche mit sechs bis elf Grundleitungen und einer jeweiligen Leitungslänge von 36 bis 61 m tendenziell größer als der mittlere Gesamtbestand sind. Pro Grundstück wurden hierbei statistisch zwischen 22 und 50 Schäden erfasst. Somit weisen

diese Grundstücke trotz höheren Leitungslängen die gleiche Schadenshäufigkeit wie der mittlere Gesamtbestand auf.

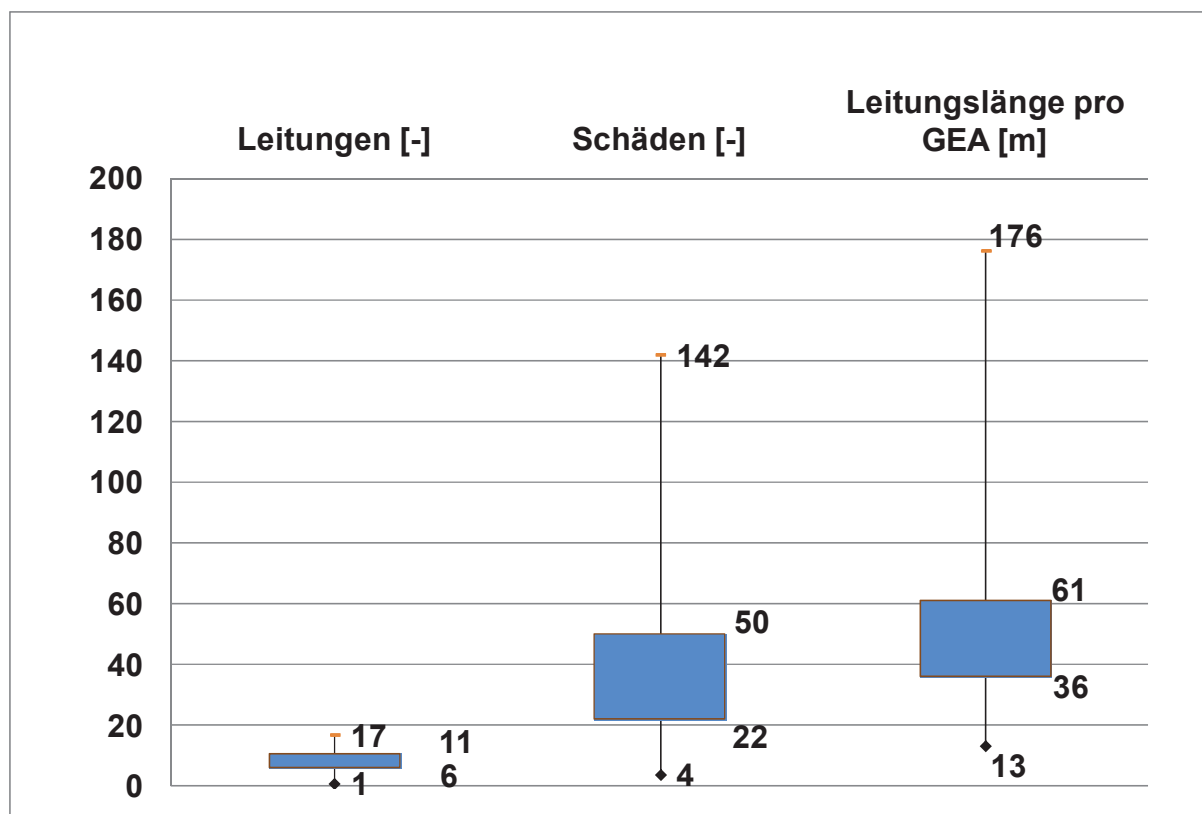


Abbildung 4-17: Statistische Verteilung der Leitungen und Schäden pro Grundstück (WG A)

Dies bedeutet bei einer Leitungslänge von ca. 5-7 m eine Schadenverteilung zwischen fünf bis sieben Schäden pro Leitung bzw. 0,4-1,1 Schäden pro Meter (Abbildung 4-18). Die Schadensdichte dieser Grundstücke liegt hierbei leicht unterhalb des Durchschnittes.

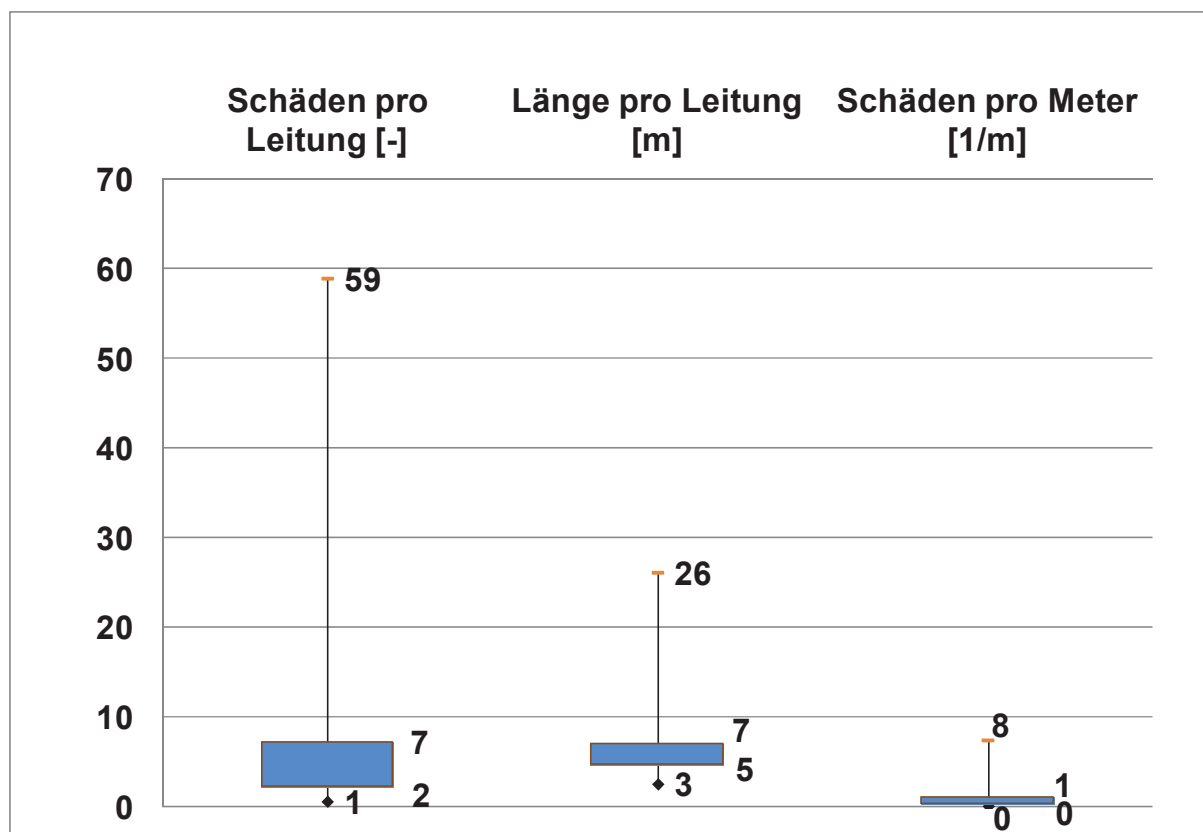


Abbildung 4-18: Statistische Verteilung der Schäden und Längen pro Leitung (WBG A)

Die meisten der untersuchten Leitungen weisen zwischen fünf (62 %) und zehn (88 %) Schäden auf (Abbildung 4-19). Ein sehr geringer Anteil (<5 %) weist jedoch eine Schadensdichte von mehr als 20 Schäden pro Leitung auf.

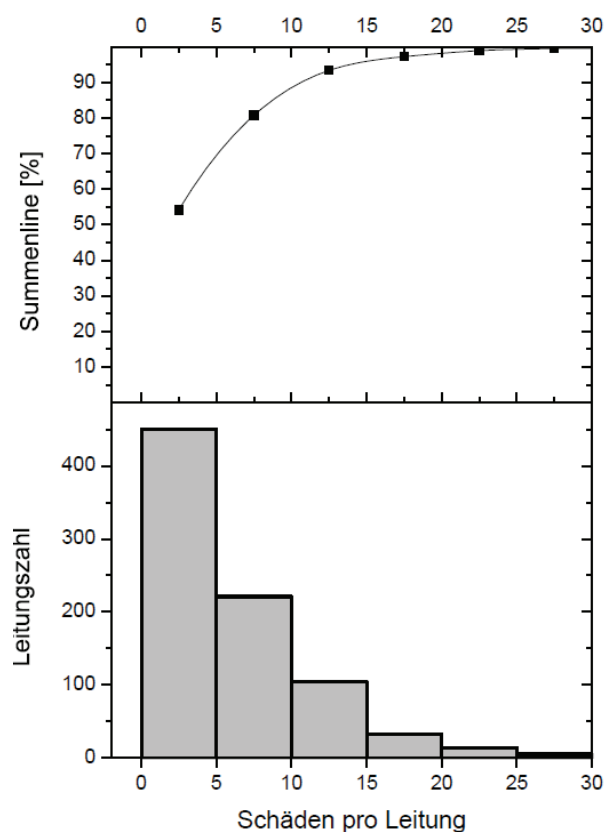


Abbildung 4-19: Verteilung der Schäden pro Leitung bei der WBG A

Zur Sanierung der Leitungen wurden insgesamt 933 Sanierungspositionen abgerechnet. Die Variation der einzelnen Sanierungsverfahren ist in Abbildung 4-20 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass ein breites Spektrum an Sanierungsverfahren angewendet wurde. Dies ist vermutlich auch auf die fachliche Begleitung der Sanierungsplanung seitens des Eigentümers zurückzuführen. In der Anwendungshäufigkeit ist eine relativ ähnliche Verteilung aller eingesetzten Verfahren zu erkennen, wobei jedoch bei jeder dritten Sanierung ein Kurzliner eingesetzt wurde. Das Flutungsverfahren nimmt hierbei eine Sonderstellung ein, da ein Straßenzug vollständig mit diesem Verfahren saniert wurde.

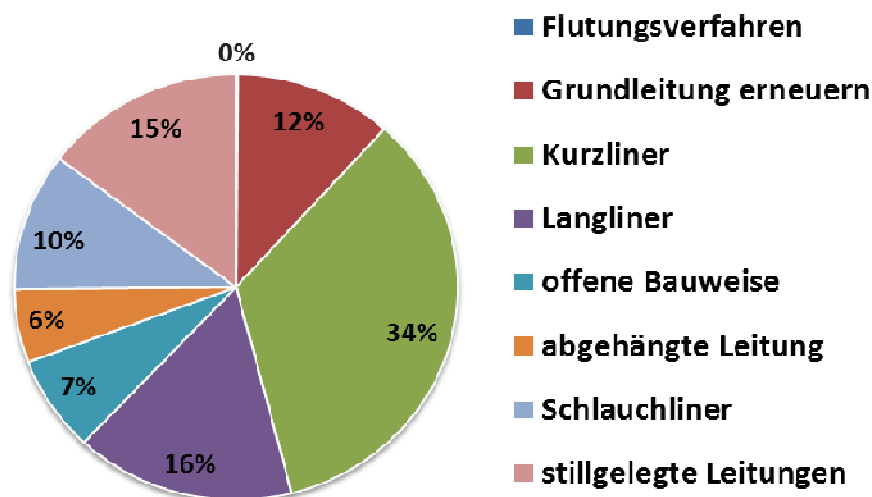


Abbildung 4-20: Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die absolute Anwendungshäufigkeit (n = 933) (WBG A)

Bezogen auf die gesamte sanierte Länge von 2.027 m Rohrleitung divergiert die Verteilung der Sanierungsverfahren jedoch weiter. Liner, die länger als 1,5 m sind (Langliner und Schlauchliner), wurden mit 67 % am häufigsten eingesetzt. Hinzu kommen 272 Kurzliner, mit denen 11 % der schadhaften Leitungslänge saniert wurden. Die weiteren Sanierungsverfahren kommen bezogen auf die Leitungslänge eher selten zum Einsatz. Hierbei handelte es sich jedoch zum Teil um kurze Rohrabschnitte (Abbildung 4-21).

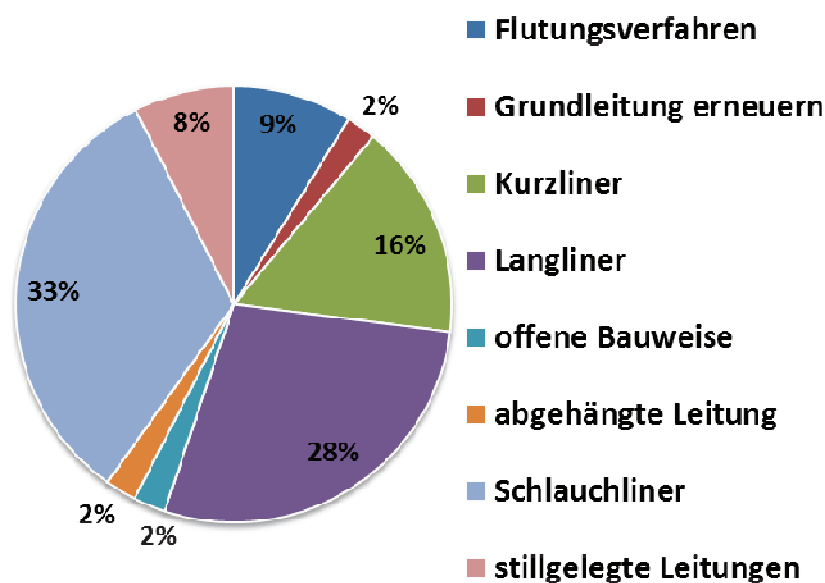


Abbildung 4-21: Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die sanierte Leitungslänge (WBG A)

4.1.3.2 Anwendungshäufigkeiten der Sanierungsverfahren bei der WBG B

Im Rahmen dieser Untersuchung stellte die WBG B Daten aus 60 abgeschlossenen Sanierungen zur Verfügung (Tabelle 4—3).

Tabelle 4—3: Grundlegenden Daten der statistischen Auswertung der WBG B

	Anzahl	rel. Anteil an der Gesamtheit der Auswertung
Anzahl erfasster Grundstücke	60	35 %
Anzahl erfasster Leitungen	256	22 %
Gesamt-Leitungslänge	3.343 m	44 %
Erfasste Schäden	1.998	25 %

Bei den betrachteten Grundstücken der WBG B (Tabelle 4—3) handelt es sich vorwiegend um Mehrfamilienhäuser, welche mit drei bis fünf Grundleitungen und einer jeweiligen Leitungslänge von 22-53 m tendenziell kleiner als der mittlere Gesamtbestand und die Grundstücke der WBG A sind. Pro Grundstück wurden hierbei statistisch zwischen 22 und 52 Schäden erfasst. Somit weisen diese Grundstücke trotz geringerer Leitungslängen die gleiche Schadenshäufigkeit wie die Leitungen der WBG A auf (Abbildung 4-22).

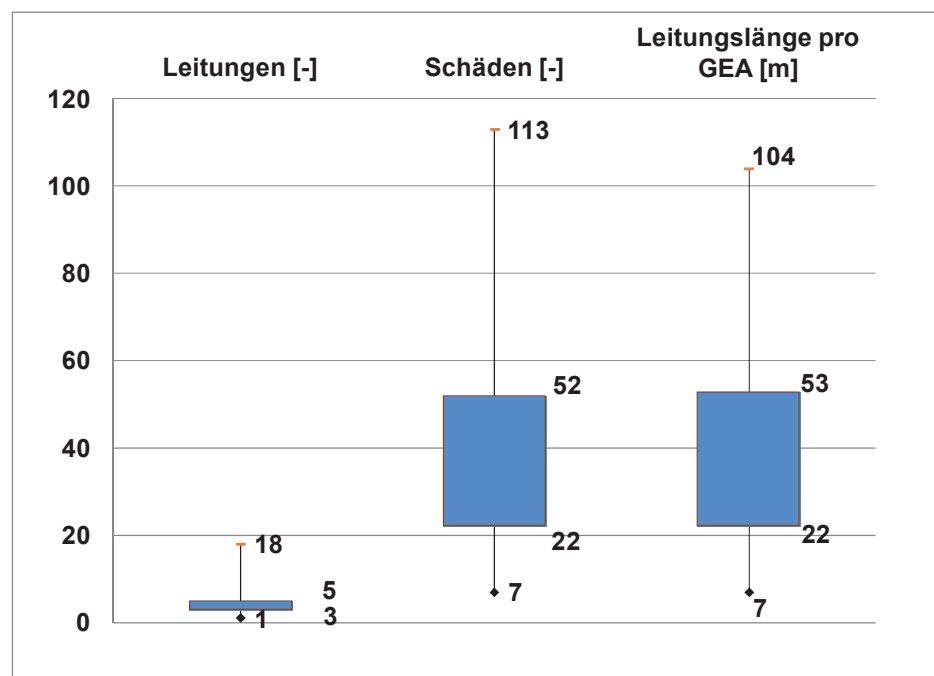


Abbildung 4-22: Statistische Verteilung der Leitungen und Schäden pro Grundstück (WBG B)

Dies bedeutet bei einer Leitungslänge von ca. 6-9 m eine Schadenverteilung zwischen 5 und 15 Schäden pro Leitung bzw. 0,6 bis 2 Schäden pro Meter (Abbildung 4-23). Somit weisen

die Grundstücke der WBG B eine 30-40 % höhere Schadensdichte als die Grundstücke der WBG A auf.

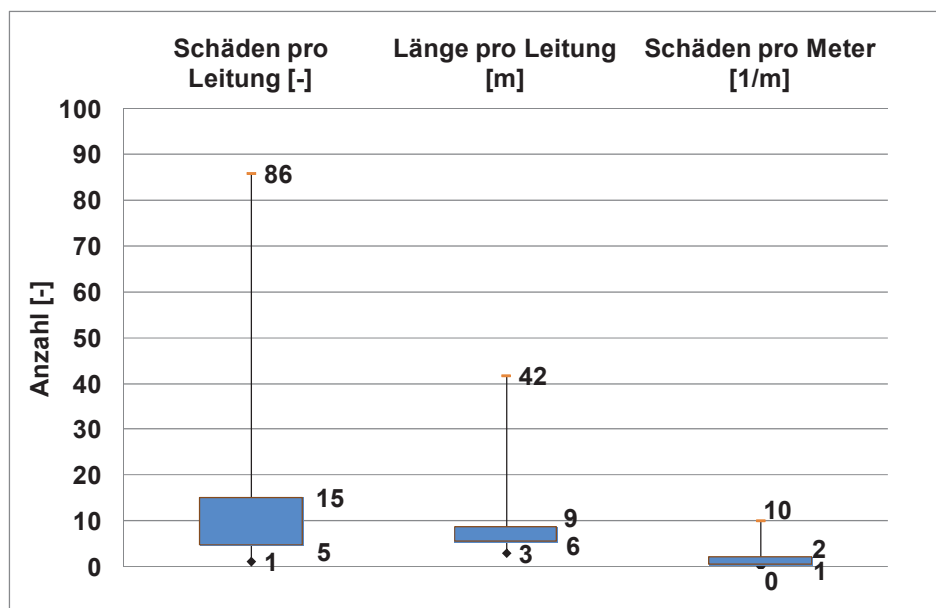


Abbildung 4-23: Statistische Verteilung der Schäden und Längen pro Leitung (WBG A)

Die meisten der untersuchten Leitungen weisen ebenfalls zwischen 5 (56 %) und 10 Schäden (80 %) auf.

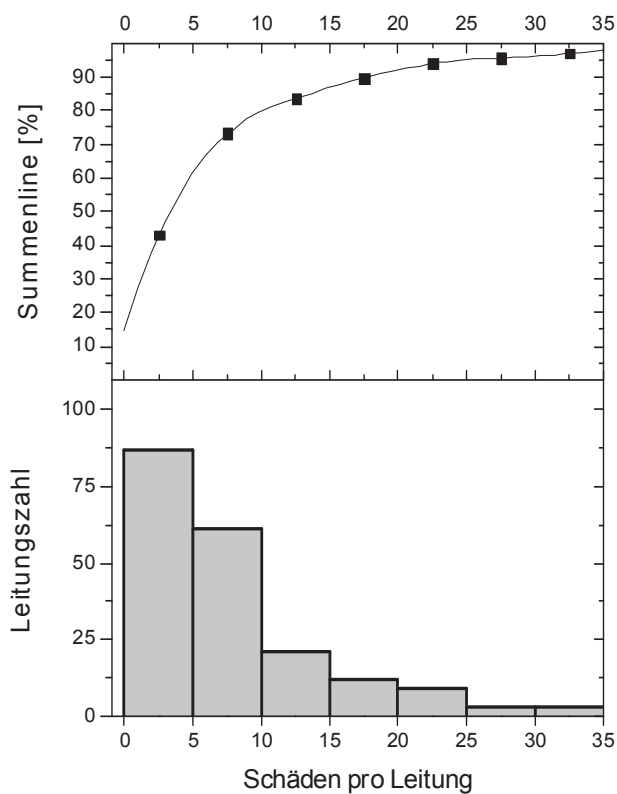


Abbildung 4-24: Verteilung der Schäden pro Leitung bei der WBG B

Zur Sanierung der Leitungen wurden insgesamt 494 Sanierungspositionen abgerechnet. Die Variation der einzelnen Sanierungsverfahren ist in Abbildung 4-23 dargestellt. Es ist zu sehen, dass bei dieser Gesellschaft ausschließlich das Liningverfahren angewendet wurde. Dabei wird der Langliner mit 87 % besonders häufig eingesetzt. Bei partiellen Schäden kommt zur Reparatur noch der Kurzliner (12 %) zum Einsatz. Des Weiteren wird sehr vereinzelt ebenfalls das Schlauchliningverfahren angewendet (Abbildung 4-25).

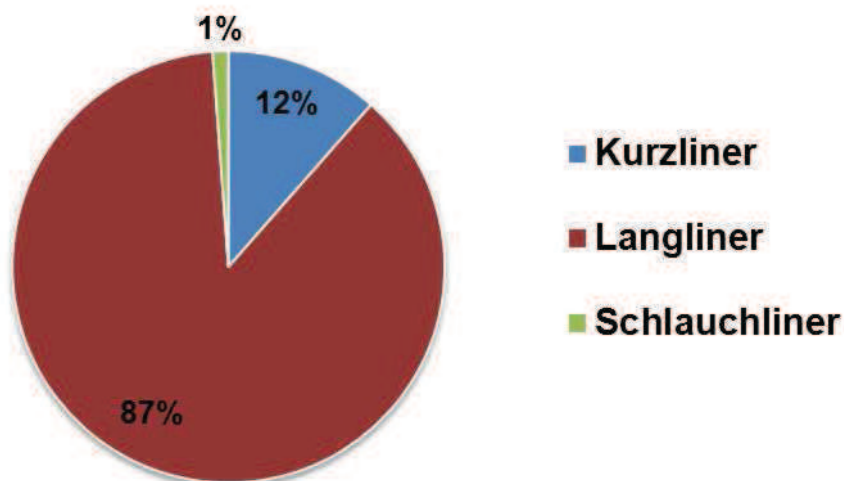


Abbildung 4-25: Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die absolute Anwendungshäufigkeit (n = 494) (WBG B)

Bezogen auf die gesamte sanierte Länge von 1.350 m Rohrleitung ergibt sich eine ähnliche Verteilung der Sanierungsverfahren. Mit 92 % ist das Liningverfahren das deutlich häufigste Sanierungsverfahren, mit 39 Kurzlinern wurden 6 % der schadhaften Leitungslänge saniert. Das Schlauchliningverfahren wurde lediglich zweimal auf insgesamt 20 m Rohrlänge angewendet (Abbildung 4-26).

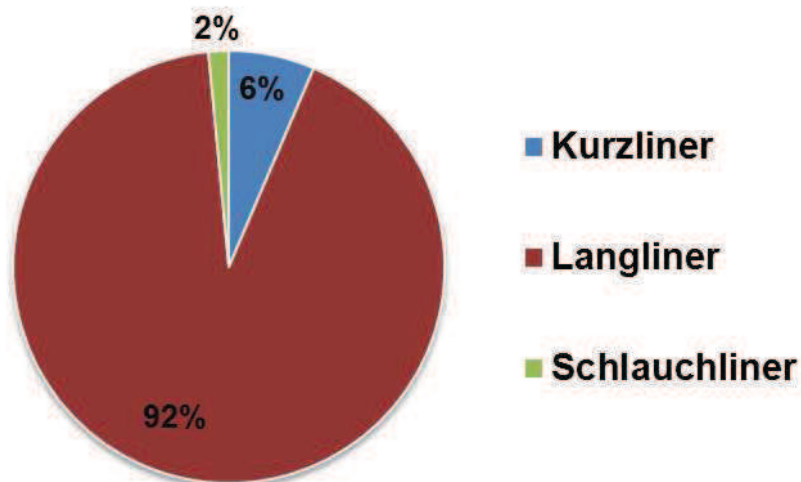


Abbildung 4-26: Anwendungshäufigkeit unterschiedlicher Sanierungsverfahren bezogen auf die sanierte Leitungslänge (WBG B)

4.2 Wiederholung der Dichtheitsprüfung an ausgewählten Objekten

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, durch eine erneute Dichtheitsprüfung sanierter GEA Erkenntnisse über deren Langzeitverhalten zu gewinnen. Entscheidend ist, dass diese Dichtheitsprüfungen an Leitungen durchgeführt werden, die unter marktüblichen Bedingungen zunächst inspiziert und später bei Bedarf saniert wurden. Diese Voraussetzungen sind bei den zur Verfügung gestellten Objekten der Wohnungsbaugesellschaften erfüllt. Aus den mehr als 170 zur Verfügung stehenden Objekten wurden 35 ausgewählt, um deren Grundstücksentwässerungsnetz erneut optisch zu inspizieren und an einzelnen Stellen eine physikalische Dichtheitsprüfung in den vor einigen Jahren sanierten Netzen durchzuführen. Im Durchschnitt liegt die Sanierung bei den hier untersuchten Objekten vier Jahre zurück (vgl. Abbildung 4-27).

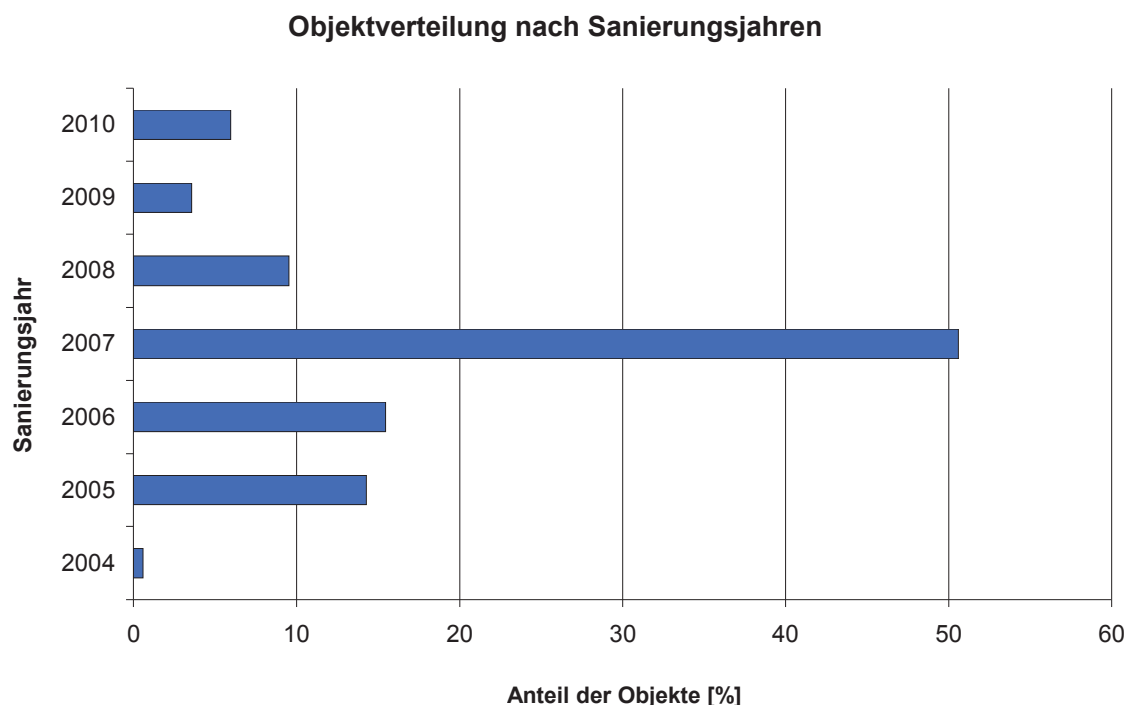


Abbildung 4-27: Zeiträume, in denen die Sanierung defekter Grundstücksentwässerungsleitungen stattfand

4.2.1 Auswahlkriterien / -verfahren

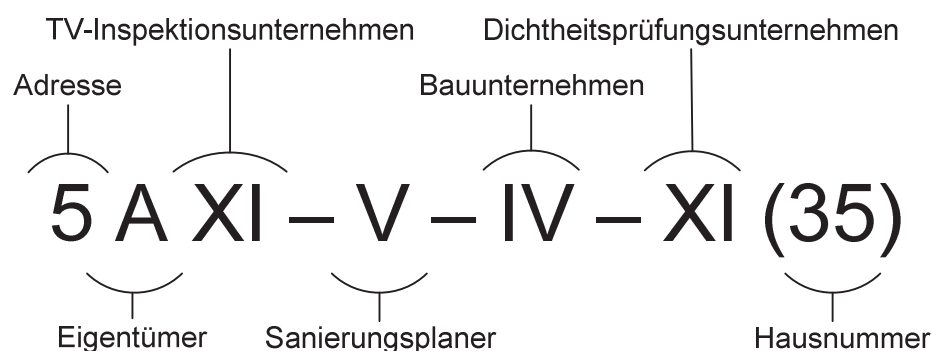
Wesentliches Kriterium für die Auswahl der erneut auf Dichtheit zu überprüfenden Objekte ist die Ausnutzung der größtmöglichen Variationsbreite der verschiedenen Randbedingungen. Somit sollten Objekte beider Wohnungsbaugesellschaften vertreten sein, um die Auswirkungen der recht unterschiedlichen Herangehensweisen dieser Auftraggeber abschätzen zu können (vgl. Kap. 4.1.2). Die weiteren Auswahlkriterien waren:

- Abdeckung aller durchgeführten Sanierungsverfahren
- Abdeckung aller beteiligten Dichtheitsprüfungs- und Bauunternehmen
- möglichst kleine Gebäude
- möglichst kurze Wege zwischen den ausgewählten Liegenschaften

Dementsprechend wurde versucht, Objekte auszuwählen, die aufgrund ihrer Struktur und Größe weitgehend mit den ca. 2,5 Mio. Ein- und Zweifamilienhäusern (Stand: 2008) (Statistisches Bundesamt, 2009) in NRW vergleichbar sind. Allerdings war es nur möglich, Wohngebäude mit überwiegend sechs und z.T. auch mehr Wohneinheiten auszuwählen. Kleinere Gebäude standen nicht zur Verfügung.

Eine Übersicht über die ausgewählten Objekte mit den zur Auswahl herangezogenen Eckdaten ist in Tabelle 4—4 zu finden. Abbildung 4-28 zeigt die räumliche Verteilung der Objekte in Nordrhein-Westfalen.

Um die wiederbefahrenen Objekte eindeutig, aber anonym bezeichnen zu können, wird ein Objektschlüssel eingeführt. Dieser setzt sich wie folgt zusammen:



Die „Adresse“ beinhaltet Straßennamen und Ort. Je nach Bedarf kann die zugehörige Hausnummer in Klammern am Ende des Schlüssels angefügt sein.

Tabelle 4—4: Merkmale aller erneut inspizierten Grundstücksentwässerungsanlagen

Objekt-schlüssel	1AI-I-I-I	2AII-II-II-II	3AIII-III-III-VII	4AX-IV-IV-XIV	5AXI-V-V-XI	6AXII-VI-VI-VI
Haus-nummer	2-6	2-4	2-3, 8-9	79-85	24-30	8-10
Baujahr	1956	1962	1957	1959	1960	1953
Sanie-rungsjahr	2008	2008	2005	2005	2006	2007
Sanie-rungsver-fahren	Kurzli- ner, Langli- ner, Fräsar- beiten	Kurzliner, Langliner, Fräsarbei- ten	Langliner, Verfüllte Leitungen, Bodeneinläu- fe	Langliner, Kurzliner, Bodeneinläu- fe, Verfüllte Leitungen	Langliner, Kurzliner, Bodenein- läufe	Langliner, Kurzliner, Bodeneinläufe

7BII-VII-VII-VII	8BVII-VII-VII-VII	9AI-I-I-I	10BXIII-VIII-V-XI	11BXIII-VIII-V-XI
54-60	34-38	10-14	8+20	11-17
1963	1959	1951	1954	1954
2007	2007	2010	2005	2005
Langliner	Langliner	Kurzli- ner	Langliner, Leitungen abgehangen, Offene Bauweise	Langliner, Kurzliner, Verfüllte Leitungen, Offene Bauweise, Bodeneinläufe

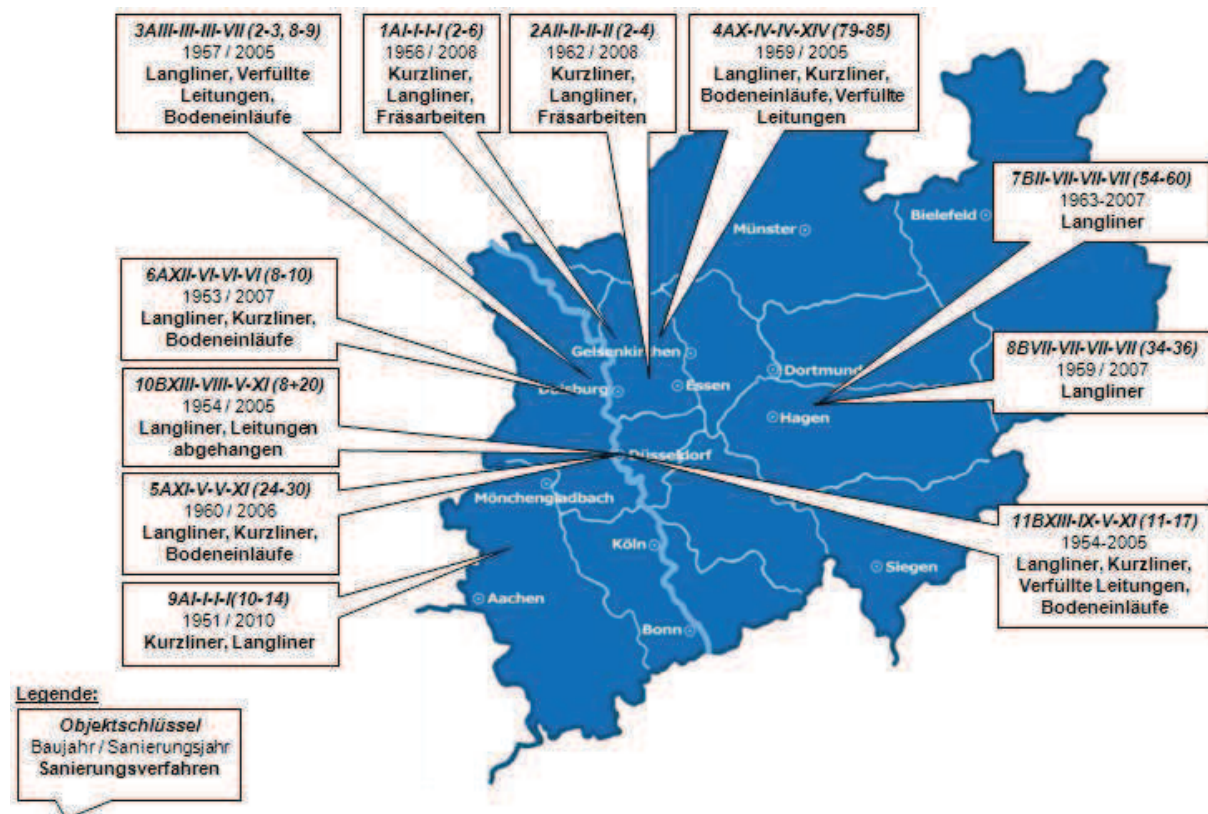


Abbildung 4-28: Karte der wiederbefahrenen Objekte und ihre Verteilung über NRW

4.2.2 Wahl und Ablauf des Ausschreibungsverfahrens

Die Untersuchung von Grundleitungsnetzen stellt eine Aufgabe dar, die sich von der herkömmlichen Haltungsinspektion von Schacht zu Schacht deutlich abhebt. Neben der aufwendigeren Handhabung der Kamera bei Verzweigungen, Bögen und Versätzen sind bei der Grundleitungsuntersuchung häufig Leitungen zu untersuchen, die in Bestandsplänen nicht dargestellt sind. Somit sind die Verläufe der Grundleitungen zu ermitteln und Entwässerungseinrichtungen (wie Waschbecken, Bodenabläufe, Fallrohre usw.) zuzuordnen. Die Ergebnisse sind detailliert zu dokumentieren. Der Inspekteur muss Sachkundiger laut Liste des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen sein. Für die Aufgabe der Grundleitungsuntersuchung ist somit ein speziell geschultes Personal erforderlich.

Das Ausschreibungsverfahren zur Untersuchung der sanierten Grundleitungen im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde beschränkt durchgeführt. Es wurden ausschließlich Firmen zur Angebotsabgabe aufgefordert, von denen bekannt ist, dass sie die angefragten Leistungen fachgerecht mit sachkundigem Personal abwickeln können. Außerdem wurden nur Firmen angesprochen, die nicht an der Erst-Inspektion oder Sanierung der hier erneut zu untersuchenden Objekte beteiligt waren.

Die Angebotsanfrage und Abrechnung der Inspektionsleistung erfolgt nach Stunden und nicht nach untersuchter Länge. Bei Grundleitungsuntersuchungen ist eine Leistungsvergü-

tung über die inspizierte Länge in der Angebotsphase für den Bieter kaum kalkulierbar. Zudem kann im Rahmen der Ausführung angenommen werden, dass die Motivation, auch schwer erreichbare Leitungsabschnitte zu untersuchen, bei einer Vergütung des Stundenaufwandes höher ist als bei Abrechnung über die Inspektionslänge. In den Angebotsunterlagen wurde der Name des vorgesehenen Inspektors abgefragt und darauf hingewiesen, dass die Untersuchung aller Liegenschaften von derselben Person durchzuführen ist.

Aufgrund des wirtschaftlich günstigsten Angebotes wurde die Fa. Kanalprofi, Prüm mit der Durchführung der Leitungsuntersuchung beauftragt.

Falls möglich, wurde die Reinigung von dem unteren Punkt des Leitungsabschnittes durchgeführt; hierfür wurde der in Abbildung 4-29 rechts zu sehende Spülkopf verwendet. Ansonsten wurde auf die links zu sehenden Düsenköpfe, bei denen das Spülwasser nach vorne gedrückt wird, zurückgegriffen.



Abbildung 4-29: Eingesetzte Spüldüsen zur Reinigung der zu inspizierenden Grundstücksentwässerungsleitungen

Die optische Inspektion von Grundleitungsnetzen wurde mit zwei verschiedenen Kameraköpfen der Firma Kummert durchgeführt. Leitungen, die über eine Revisionsöffnung (Schacht, Bodenablauf mit Revisionsmöglichkeit, Reinigungsöffnung in Fallrohren) erreichbar sind, wurden mit einem Kamerasystem untersucht, das über eine Drehschwenkkopftechnik verfügt (vgl. Abbildung 4-30 linke Abbildung). Somit konnten markante Stellen wie Anfang / Ende eines partiellen Liners, auffällige Muffen, Risse usw. durch seitliches Schwenken des Kamerakopfes detailliert betrachtet werden. Mit diesem Kamerakopf kann die Kamera jedoch nicht in seitliche Zuläufe gelenkt werden. Für die Leitungen, die kameratechnisch nur über ein Abbiegen in einen seitlichen Zulauf erreichbar sind, lieferte der dort eingesetzte Kamerakopf (Kummert CamFlex 3, vgl. Abbildung 4-30, rechte Abbildung), der nicht in der Lage ist, den Kamerakopf seitlich abzuschwenken, ein starres Bild.



Abbildung 4-30: Kamerasystem der Fa. Kummert (links) und Kamerakopf CamFlex (rechts) zur optischen Inspektion von Grundstücksentwässerungsleitungen

Die Firma Kanalprofi kann mit der o.g. Kameratechnik nahezu das komplette Leitungsnetz aller Liegenschaften optisch in einer guten Bildqualität inspizieren.

Tabelle 4—5 gibt einen Überblick über den Umfang der Untersuchungen je Grundstück.

In der Aufsummation ist zu erkennen, dass die insgesamt inspizierte Leitungslänge 1.525,80 m beträgt, was rund 96 % der derzeit betriebenen Netzlänge entspricht. Mit Hilfe der Datenbank lässt sich darauf aufbauend errechnen, dass 128,9 m ($\approx 7,5$ %) der GEA während der hier zu betrachtenden Sanierungen stillgelegt wurden.

Tabelle 4—5: Überblick über den Umfang der Untersuchungen je Grundstück

Objekt	Anzahl Leitungen	Länge TV ¹⁾	Umfang TV ²⁾	Abschnitte mit Dichtheitsprüf.
1AI-I-I-I (2)	7 St	46,0 m	100%	2 St
1AI-I-I-I (4)	9 St	60,9 m	100%	2 St
1AI-I-I-I (6)	7 St	47,8 m	90%	2 St
2AII-II-II-II (2)	10 St	39,5 m	94%	1 St
2AII-II-II-II (4)	12 St	57,5 m	95%	1 St
3AIII-III-III-VII (2)	5 St	39,8 m	100%	-
3AIII-III-III-VII (3)	5 St	45,6 m	100%	-
3AIII-III-III-VII (8)	4 St	14,7 m	75%	-
3AIII-III-III-VII (9)	4 St	14,4 m	75%	-
4AX-IV-IV-XIV (79)	6 St	20,8 m	99%	1 St
4AX-IV-IV-XIV (81)	9 St	57,0 m	100%	2 St
4AX-IV-IV-XIV (83)	9 St	59,4 m	100%	5 St
4AX-IV-IV-XIV (85)	6 St	23,2 m	100%	2 St
5AXI-V-V-XI (24)	7 St	46,2 m	100%	5 St
5AXI-V-V-XI (26)	8 St	44,2 m	91%	2 St
5AXI-V-V-XI (28)	6 St	38,9 m	100%	3 St
5AXI-V-V-XI (30)	8 St	45,5 m	100%	1 St
6AXII-VI-VI-VI (8)	10 St	35,0 m	89%	3 St
6AXII-VI-VI-VI (10)	7 St	47,7 m	90%	3 St
7BII-VII-VII-VII (54)	14 St	61,4 m	89%	3 St
7BII-VII-VII-VII (56)	8 St	38,8 m	97%	1 St
7BII-VII-VII-VII (58)	11 St	79,5 m	100%	2 St
7BII-VII-VII-VII (60)	9 St	51,0 m	95%	1 St
8BVII-VII-VII-VII (34)	8 St	38,6 m	90%	-
8BVII-VII-VII-VII (36)	6 St	29,5 m	90%	-
8BVII-VII-VII-VII (38)	8 St	42,9 m	100%	-
9AI-I-I-I (10)	8 St	36,0 m	93%	1 St
9AI-I-I-I (12)	7 St	32,3 m	100%	2 St
9AI-I-I-I (14)	11 St	36,8 m	95%	1 St
10BXIII-VIII-V-XI (8)	10 St	67,0 m	98%	5 St
10BXIII-VIII-V-XI (20)	8 St	56,7 m	100%	2 St
11BXIII-VIII-V-XI (11)	7 St	40,2 m	100%	2 St
11BXIII-VIII-V-XI (13)	8 St	43,0 m	100%	2 St
11BXIII-VIII-V-XI (15)	7 St	40,5 m	99%	-
11BXIII-VIII-V-XI (17)	8 St	47,5 m	100%	-
Summen bzw. Mittelwert	277 St	1525,8 m	96%	57 St

¹⁾ Mit Kamera optisch inspizierte Leitungslänge

²⁾ Anteil der optisch inspizierten Leitungslänge an der gesamten erdverlegten Leitungslänge

Tabelle 4—5 dokumentiert eine relativ niedrige Inspektionsquote in den beiden Häusern 3AIII-III-III-VII (8) und (9). Dies ist damit zu begründen, dass die Kamera jeweils nicht in einen seitlichen Zulauf einbiegen konnte, da diese Zuläufe nach dem Inlinereinbau nicht komplett geöffnet wurden. Weiterhin konnte in manchen Fällen aufgrund von verfestigten Ablagerungen und zu kleinen Rohrquerschnitten nicht die gesamte Leitung inspiziert werden.

Die Dichtheitsprüfungen von ausgewählten Leitungsabschnitten wurden im Wesentlichen mit Luftdruck durchgeführt. Eine Wasserdruckprüfung konnte in vielen Fällen nicht angewendet werden, da die angeschlossenen Fallleitungen nicht über eine Revisionsöffnung verfügen und somit nicht abgesperrt werden konnten. Es konnte somit für die Prüfzeit nicht ausgeschlossen werden, dass Abwasser aus den Wohnungen über Fallrohre dem Prüfraum zufließt und das Ergebnis verfälschte. Da es sich bei den geprüften Objekten um Mehrfamilienhäuser handelt, war ein häufiger Schmutzwasserzufluss gegeben.

Für die abschnittsweise Dichtheitsprüfung mit Luftdruck wurde die in Abbildung 4-31 dargestellte Gerätschaft genutzt.

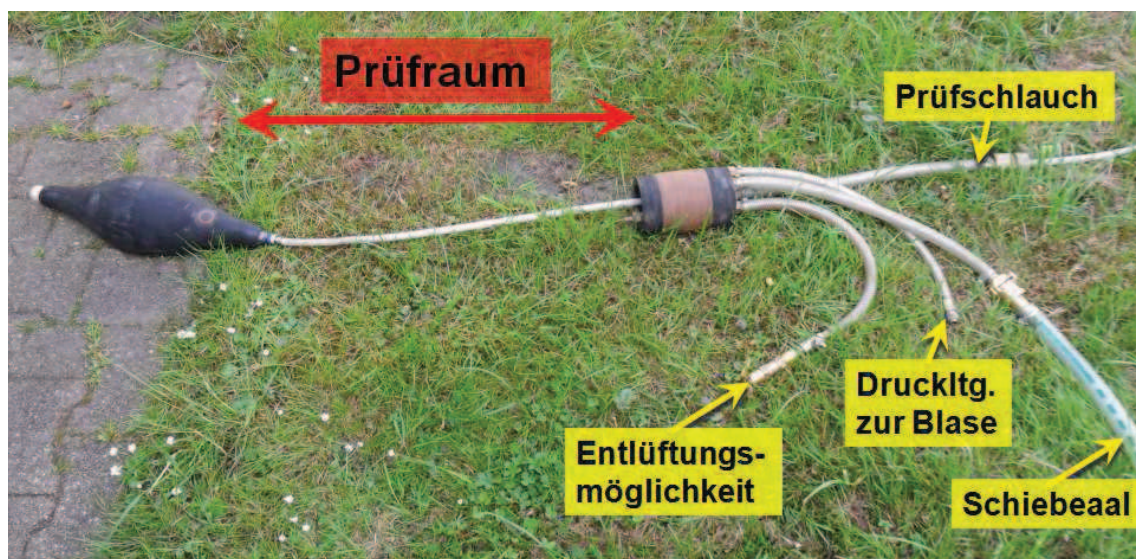


Abbildung 4-31: **Gerätschaft zur abschnittweisen Dichtheitsprüfung**

Über diese Prüfungen vor Ort hinaus wurde in sechs Häusern jeweils ein Probestück aus dem Grundleitungsnetz unter dem Kellerboden entnommen. Diese Probenentnahme erfolgt um die Qualität der durchgeführten Sanierungen auch im Labor überprüfen zu können. Analysiert wurden kurze Leitungsabschnitte, die während der optischen Untersuchungen Auffälligkeiten an partiellen Linern aufwiesen. Die entsprechenden Stellen wurden geortet und markiert. Zur Bergung des Probestücks musste der Kellerboden geöffnet werden. Die durchgeführten Arbeitsschritte der Freilegung und Ausbau des Altrohres, der Verlegung der neuen Rohrverbindung sowie der Wiederherstellung des Kellerbodens sind in Abbildung 4-32 dargestellt:



Abbildung 4-32: Probeentnahme und Wiederherstellung

Für die Reinigung und optische Inspektion des gesamten Grundleitungsnetzes der im Rahmen des Forschungsprojektes untersuchten Häuser wurde, je nach Größe des Leitungsnetzes, ein Zeitaufwand von 1,5 bis 4,25 Stunden benötigt. Im Schnitt dauerte die Reinigung und Kamerauntersuchung pro Haus 2,5 Stunden.

Die Reinigung und optische Inspektion der Grundleitungsnetze war je Haus mit Nettokosten in Höhe von 196,- € bis 505,- € verbunden. Im Schnitt beliefen sich die Untersuchungskosten, ohne Dichtheitsprüfungen, auf netto 326,- € je Haus.

Die o.g. Zeit- und Kostenangaben können als relativ niedrig eingestuft werden, da das Leitungsnetz vorab im Wesentlichen bekannt war, günstige Einheitspreise angeboten wurden und die Arbeiten von fachlich routiniertem Personal durchgeführt wurden.

4.2.3 Untersuchungsergebnisse

4.2.3.1 Ergebnisse der erneuten optischen Inspektion nach maximal sieben Jahren Nutzungsdauer

Die Auswertung der Videodokumentation der in Tabelle 4.2.2 genannten 35 Objekte erfolgte u.a. vor dem Hintergrund die bis dahin anhand der Aktenlage bestückte Datenbank samt eingetragener Sanierungsverfahren auf Korrektheit zu überprüfen. Es wurde ausgewertet, ob das bisher dort eingetragene Sanierungsverfahren auch dem vor Ort wiederzuerkennenden

Verfahren entspricht. Da die Dokumentation, die den Eigentümern nach Rechnungsstellung zur Verfügung steht, nicht immer eindeutig ist, kann mithilfe der aktuellen Videodokumentation abgeschätzt werden, wie gut die zur Verfügung gestellten Unterlagen tatsächlich sind. Es kann festgestellt werden, dass lediglich bei einem der 29 Objekte zwei (von den bis dahin getätigten Eintragungen in der Datenbank) abweichende Sanierungsverfahren anzutreffen sind. Somit ist von einer grundsätzlich guten Übereinstimmung zwischen den Abrechnungen, welche in der Datenbank hinterlegt sind, und den tatsächlich ausgeführten Sanierungen auszugehen.

In Abbildung 4-33 ist die Länge der erneut TV-untersuchten Leitungsabschnitte, die einer Sanierung unterzogen wurden, dargestellt. Je Eigentümer ist der Anteil der verschiedenen Sanierungsverfahren und -leitungslängen sehr unterschiedlich. Über 70 % der per Langliner sanierten Leitungsabschnitte sind Objekten der WBG B zuzuordnen. Dies resultiert daraus, dass in vielen der zur Verfügung stehenden Objekte der WBG B ausschließlich Langliner zur Beseitigung der vorhandenen Schäden eingesetzt wurden. Im Gegensatz dazu wurden lange Leitungsabschnitte bei der WBG A eher mit dem Schlauchlinerverfahren saniert, was dazu führt, dass die erneut TV-untersuchten Schlauchliner zu fast 85 % in Objekten der WBG A zu finden sind. Das Schlauchlinerverfahren ist damit auch klar das (bezogen auf die sanierte Länge) am häufigsten verwendete Verfahren. Die offene Bauweise kam bei den untersuchten Objekten nur relativ selten zum Einsatz, wobei dies vor allem aus der zuvor getroffenen Auswahl der Objekte resultiert. Dabei lag die Annahme zugrunde, dass dieses Erneuerungsverfahren dem Neubau von Leitungen ähnelt und aufgrund der langen Anwendungserfahrung mit wenigen Schäden zu rechnen ist. Die hier dennoch überprüften Leitungsabschnitte sind in der Regel sehr kurz (im Mittel $l = 0,8$ m) und weisen daher besondere Schwierigkeiten wie generellen Platzmangel und Verdichtungsprobleme auf. Im Vergleich der Abbildung 4-33 und Abbildung 4-34 wird deutlich, dass sich die Verhältnisanteile zwischen der WBG A und WBG B insbesondere beim Kurzliner verändern. Dies bedeutet innerhalb der gewählten Stichprobe, dass die WBG A im Schnitt kürzere Kurzliner¹ einbauen ließ. Im Hinblick auf die offene Bauweise ist festzustellen, dass in den hier betrachteten Fällen die WBG B kürzere Abschnitte in offener Bauweise sanieren ließ als die WBG A.

¹ Als Kurzliner werden hier alle mithilfe eines Packers eingebaute Liner bezeichnet, die unter 1,5 m lang sind.

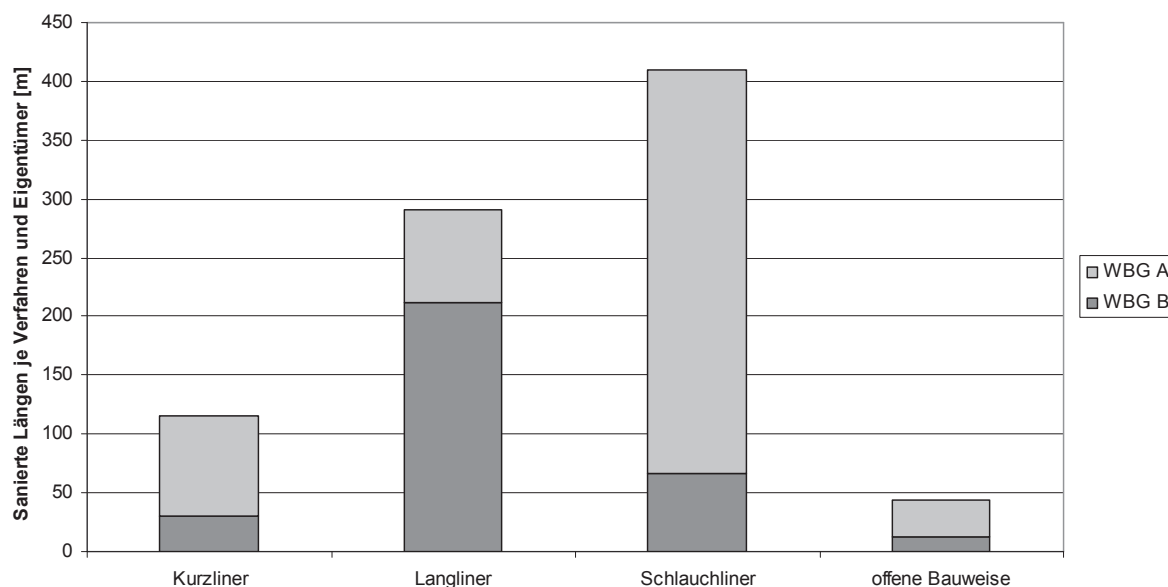


Abbildung 4-33: Zusammenfassung der sanierten und TV-untersuchten Leitungslängen, unterteilt nach Sanierungsverfahren und Eigentümern der Objekte

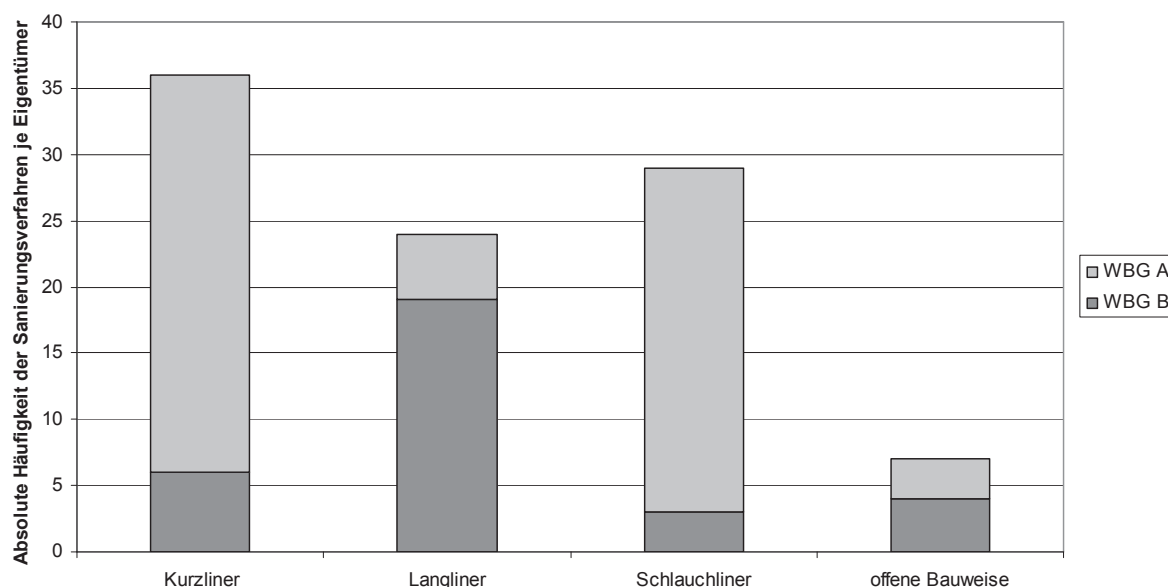


Abbildung 4-34: Absolute Häufigkeit der TV-untersuchten Sanierungsverfahren je Eigentümer

Zusammenfassend ist in Abbildung 4-35 zu erkennen, dass im Durchschnitt 63 % der sanierten Längen im Eigentum der WBG A liegen. Dieser Eigentumsanteil würde noch stärker überwiegen, doch aufgrund der häufigen ausschließlichen Verwendung von Langlinern bei der WBG B können sich die Eigentumsverhältnisse im Mittel fast ausgleichen. Eine ähnliche Verteilung ergibt sich auch, wenn die prozentuale Häufigkeit der Verfahren gegenübergestellt wird. Diese ist wegen der starken Ähnlichkeit zu Abbildung 4-35 hier nicht dargestellt.

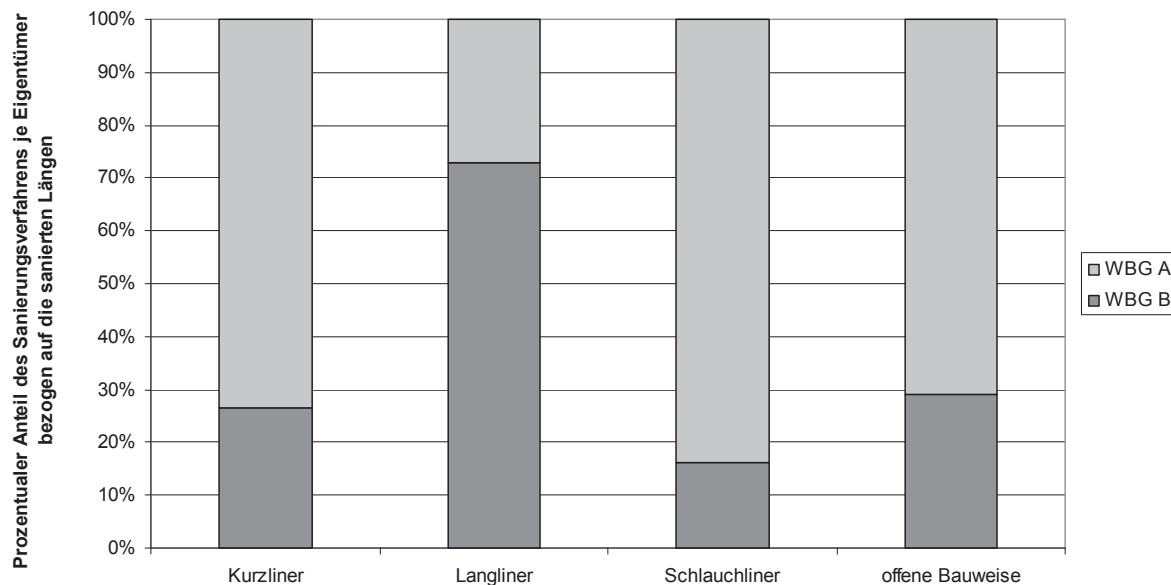


Abbildung 4-35: Prozentualer Anteil der Eigentümer an den sanierten und TV-untersuchten Leitungslängen je Sanierungsverfahren

Eigentlicher Zweck der erneuten optischen Inspektionen ist aber, eventuell erkennbare Mängel nach der bis zum Jahr 2011 erreichten Nutzungsdauer einer Sanierung zu dokumentieren. Dazu werden die Wiederbefahrungsvideos gesichtet und entsprechend der Kodierung nach DWA-M 149-2 (2006) eingestuft. Der Fokus der Betrachtungen liegt auf der nachträglichen Überprüfung der zur Anwendung gekommenen Sanierungsverfahren. Daher werden insbesondere die Codes des Kap. 8.2 „Codes zur Struktur von Rohrleitungen“ (DWA-M 149-2, 2006) angewendet.

Das Merkblatt DWA-M 149-2 (2006) unterscheidet bereits bei der Einstufung des Rohrzustandes einer sanierten Leitung nach Reparatur- (BALZ()) oder Renovierungsverfahren (BAKZ()). Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden die verwandten Zustandskodes zur Vereinfachung der Erfassung zu Gruppen zusammengefasst (z.B. Gruppe BALZ(A)/BAKZ(B)). Im Nachhinein kann bei Bedarf mithilfe der Datenbank automatisch zwischen reparierten und renovierten Sanierungsabschnitten unterschieden werden. Aus Tabelle 4–6 ergibt sich, welcher Zustand (Spalte 2) mit welchem Kürzel (Spalte 1) erfasst wurde. Eine Unterscheidung zwischen Beulen nach innen (BALZ(E)/BAKZ(G)) oder außen (BALZ(F)/BAKZ(H)) wird im Weiteren nicht vorgenommen, da lediglich an zwei Stellen Beulen nach außen zu erkennen sind.

Tabelle 4—6: Kodierung zur Struktur von Rohrleitungen gemäß DWA-M 149-2 (2006) zur Einstufung eines sanierten Leitungsabschnittes mit ergänzenden Erläuterungen

(Haupt-)Code (gemäß DWA-M 149-2, 2006)	Beschreibung (in Anlehnung an DWA-M 149-2, 2006)	Bemerkung [Abkürzung]
BAF	Oberflächenschaden	Abnutzung [A] (starke Abnutzung besonders im Sohlbereich),
BALZ(E/F)/BAKZ(G/H)	Beule in Auskleidung nach innen/außen	Beule [B] (Ausbeulungen nach innen und außen, kleine und große),
BALZ(A)/BAKZ(B)	Ablösung Sanierungswerkstoff vom Altrrohr/Randablösung Auskleidung	Fransige Ausföhrung [F] (bei Lineranfang/ende oder in Zwischenbereichen),
BALZ(N)/BAKZ(Q)	Loch im Sanierungswerkstoff	Materialablösung [MA] (Fehlstellen im Liner, Unterbrechungen klar erkennbar, Einkerbungen etc),
BALZ(Q)/BAKZ(Z)	Renovierung nicht fachgerecht/Zulauföföfnung Auskleidung (ohne Anschlusseinbindung) nicht fachgerecht	Mangelhafte Einbindung [ME] (nicht fachgerecht ausgeföhrte Einbindung in Abzweige, eindeutig durch die Videobefahrung dokumentiert),
BAA	Verformung	Unterbogen [UB] (Wasserstand im Liner festgestellt, teilweise können jedoch Rückstauungen die Ursache sein),
BALZ(D)/BAKZ(E)	Auskleidung verfärbt (kein Schmutz)	Verfärbung [V] (fleckig)

Um die Lesbarkeit der folgenden Auswertung zu vereinfachen, werden in der Regel die in Tabelle 4—6 unter Spalte „Bemerkung“ fett geschriebenen Bezeichnungen verwendet.

Insgesamt 1.526 m Grundstücksentwässerungsleitungen wurden bei den ausgewählten 35 Objekten erneut TV-untersucht, was rund 96 % der im Jahr 2011 betriebenen Netzlänge entspricht. Von diesen 1.525,80 m sind 870,20 m saniert worden. Anhand der zuvor beschriebenen Ausgangsdaten kann errechnet werden, dass 128,9 m (und damit rund 7,5 %) der Grundstücksentwässerungsleitungen im Zuge der Sanierungsarbeiten stillgelegt wurden. Diese stillgelegten Abschnitte wurden nicht weiter in Augenschein genommen.

Insgesamt werden mithilfe der Videodokumentation auf den sanierten Streckenabschnitten 135 Kodierungen zur Zustandsklassifizierung nach Tabelle 4—6 vergeben. Dies entspricht rund 50 % der sanierten Leitungslänge ($\equiv$ 135 Schäden auf 433,60 m sanierter Länge²).

² Für diese Betrachtungsweise wird jeder sanierte Leitungsabschnitt (z. B. ein Kurzliner von 1,2 m Länge + ein Schlauchliner von 2,6 m Länge + ... = 433,60 m) zusammenaddiert, der ein oder mehrere Kodierungen bedingen.

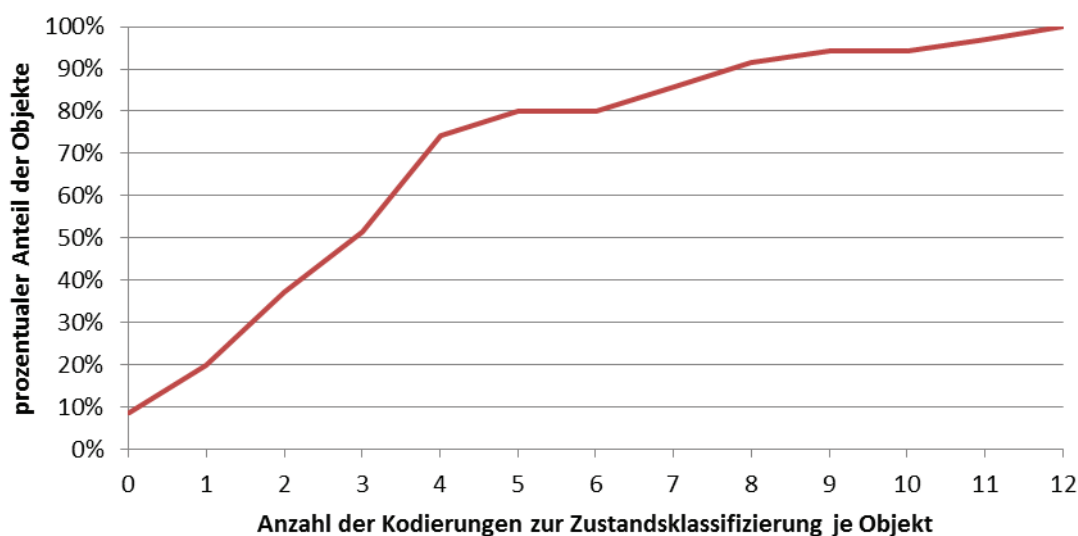


Abbildung 4-36: Summenlinie zur Häufigkeitsverteilung aller bei der Wiederbefahrung sanierter Teilabschnitte entdeckten Schäden je Objekt

Abbildung 4-36 ist zu entnehmen, dass 50 % der sanierten Grundstücksentwässerungsanlagen im Jahr 2011 an drei oder weniger Stellen Schäden an sanierten Teilabschnitten aufweisen. Bei ca. 50 % der Grundstücksentwässerungsanlagen sind es mehr als drei schadhafte Stellen in sanierten Teilabschnitten. Nur drei sanierte Objekte und deren Grundstücksentwässerungsanlagen waren optisch einwandfrei.

Ohne „Unterbögen“ ergibt sich die in Abbildung 4-37 dargestellte Verteilung der Schäden je Objekt. Trotz deutlicher Reduzierung der Summe der Kodierungen verbleiben immer noch 30 % der Objekte, die mindestens eine Kodierung erfordern, um ihren Zustand im Jahr 2011 zu beschreiben.

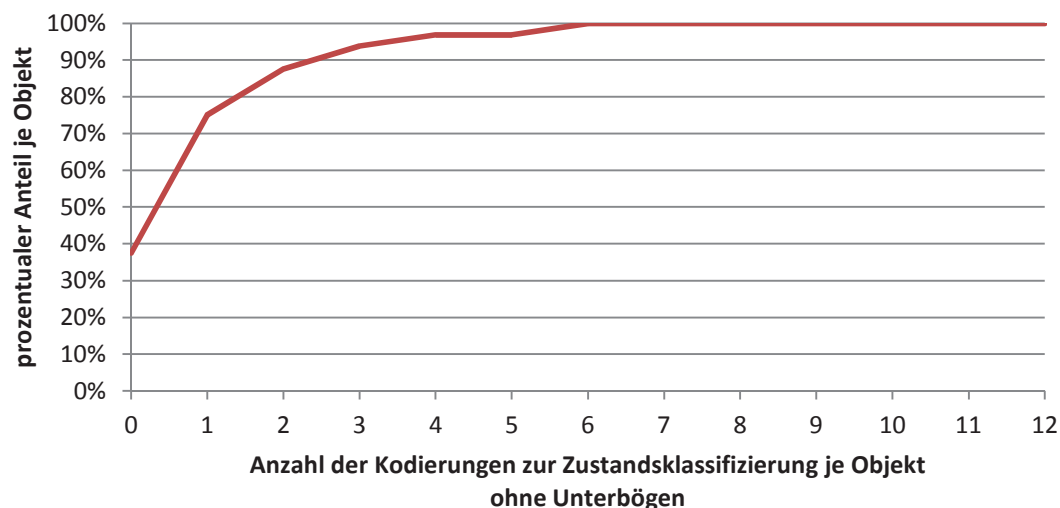


Abbildung 4-37: Summenlinie zur Häufigkeitsverteilung der Schäden in sanierten Teilabschnitten je Objekt unter Berücksichtigung der Codes „Fransige Ausführung“, „mangelhafte Einbindung“, „Abnutzung“, „Beule“, „Verfärbung“ und „Materialablösung“

Abbildung 4-38 und Tabelle 4—7 verdeutlichen, welche prozentualen Längen erneut optisch inspiziert wurden und wie viele Objekte je Sanierungsunternehmen somit erfasst werden.

Tabelle 4—5 können bei Bedarf die Längen je Objekt entnommen werden.

Abbildung 4-39 und Tabelle 4—8 geben einen ersten Überblick über die Art und die Verteilung der festgestellten Zustandskodierungen gemäß Kodierungssystematik des DWA Merkblattes M 149-2 (2006).

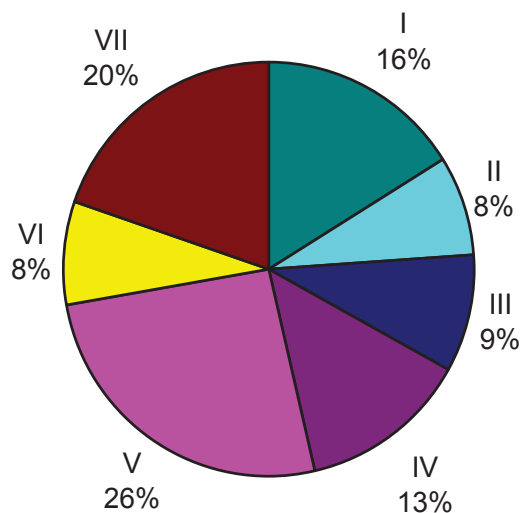


Abbildung 4-38: Prozentualer Anteil der Sanierungslängen je Unternehmen

Tabelle 4—7: Übersichtstabelle zu den erneut optisch inspizierten GEA mit farblicher Markierung der verschiedenen Sanierungsunternehmen

Sanierungsunternehmen	Grundstück
I	1AI-I-I-I (2)
	1AI-I-I-I (4)
	1AI-I-I-I (6)
	9AI-I-I-I (10)

	9AI-I-I-I (12)
	9AI-I-I-I (14)
II	2AII-II-II-II (2)
	2AII-II-II-II (4)
III	3AIII-III-III-VII (2)
	3AIII-III-III-VII (3)
	3AIII-III-III-VII (8)
	3AIII-III-III-VII (9)
IV	4AX-IV-IV-XIV (79)
	4AX-IV-IV-XIV (81)
	4AX-IV-IV-XIV (83)
	4AX-IV-IV-XIV (85)
V	5AV-V-XI-XI (24)
	5AV-V-XI-XI (26)
	5AV-V-XI-XI (28)
	5AV-V-XI-XI (30)
	11BXIII-IX-V-XI (11)
	11BXIII-IX-V-XI (13)
	11BXIII-IX-V-XI (15)
	11BXIII-IX-V-XI (17)
	10BXIII-VIII-V-XI (8)
	10BXIII-VIII-V-XI (20)
VI	6AXII-VI-VI-VI (8)
	6AXII-VI-VI-VI (10)
VII	7BII-VII-VII-VII (54)
	7BII-VII-VII-VII (56)
	7BII-VII-VII-VII (58)
	7BII-VII-VII-VII (60)
	8BVII-VII-VII-VII (34)
	8BVII-VII-VII-VII (36)
	8BVII-VII-VII-VII (38)

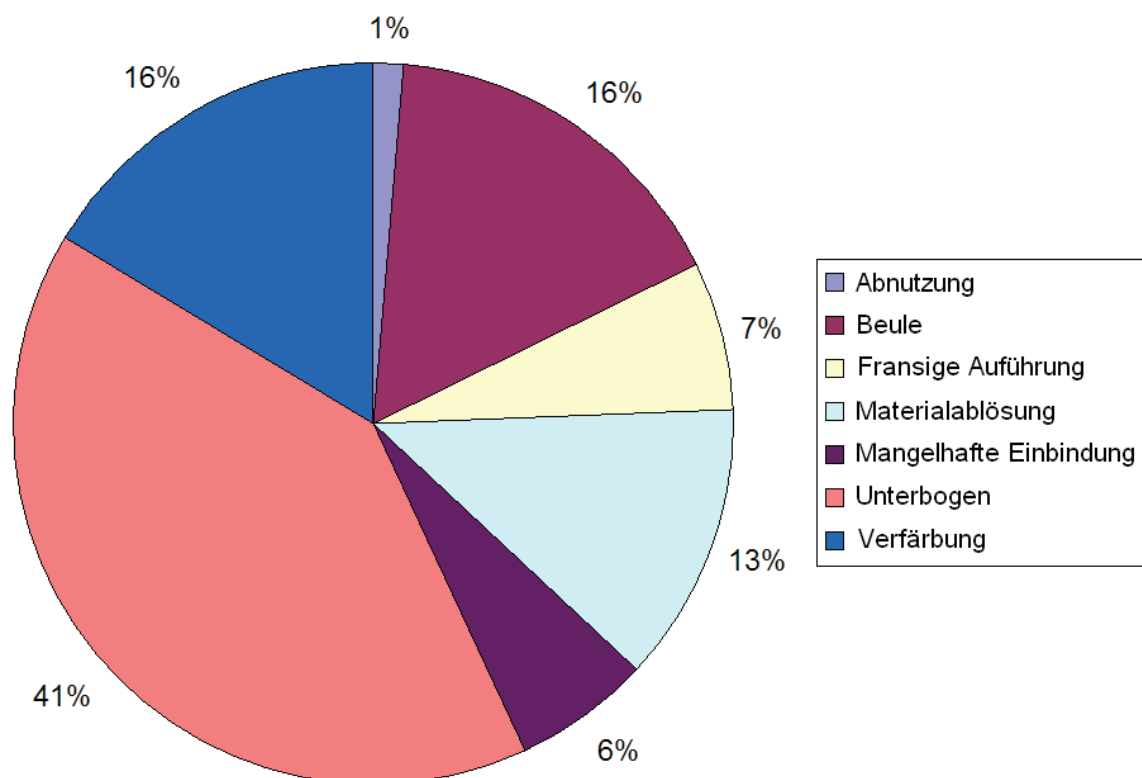


Abbildung 4-39: Überblick über den prozentualen Anteil jedes Zustandsmerkmals an der Gesamtanzahl der nach der Wiederbefahrung festgestellten Zustände gemäß Kodierung nach DWA-M 149-2 (2006)

Tabelle 4—8: Zusammenstellung der absoluten Zahlen zur Zustandsklassifizierung

(Haupt-)Code (gemäß DWA-M 149-2, 2006)	Gesamtanzahl der Merkmale	Anzahl der Merkmale bei Kurz- linern	Anzahl der Merkmale bei Lang- linern	Anzahl der Merkmale bei Schlauch- linern	Anzahl der Merkmale bei offener Bauweise
BAF	2	1	1	0	0
BALZ(E/F)/BAKZ(G/H)	22	8	3	11	0
BALZ(A)/BAKZ(B)	9	4	0	5	0
BALZ(N)/BAKZ(Q)	17	4	4	9	0
BALZ(Q)/BAKZ(Z)	8	0	1	7	0
BAA	55	14	14	22	5
BALZ(D)/BAKZ(E)	22	7	6	6	3
sanierter Gesamtlänge [m]	870,2	117	290,6	418,4	44,2

In Abbildung 4-40 ist die Zustandsklassifizierung der unterschiedlichen Eigentümer dargestellt. Es ist zu erkennen, dass in den Objekten der WBG A etwas mehr relevante Zustandsmerkmale auftreten, die zu einer Zustandsklassifizierung führen, als bei WBG B. Die Mittelwerte unterscheiden sich aber nur um 0,006 Merkmalkodierungen/sanierte Länge je WBG (WBG A/WBG B = 0,025/0,018 Merkmalkodierungen/sanierte Länge).

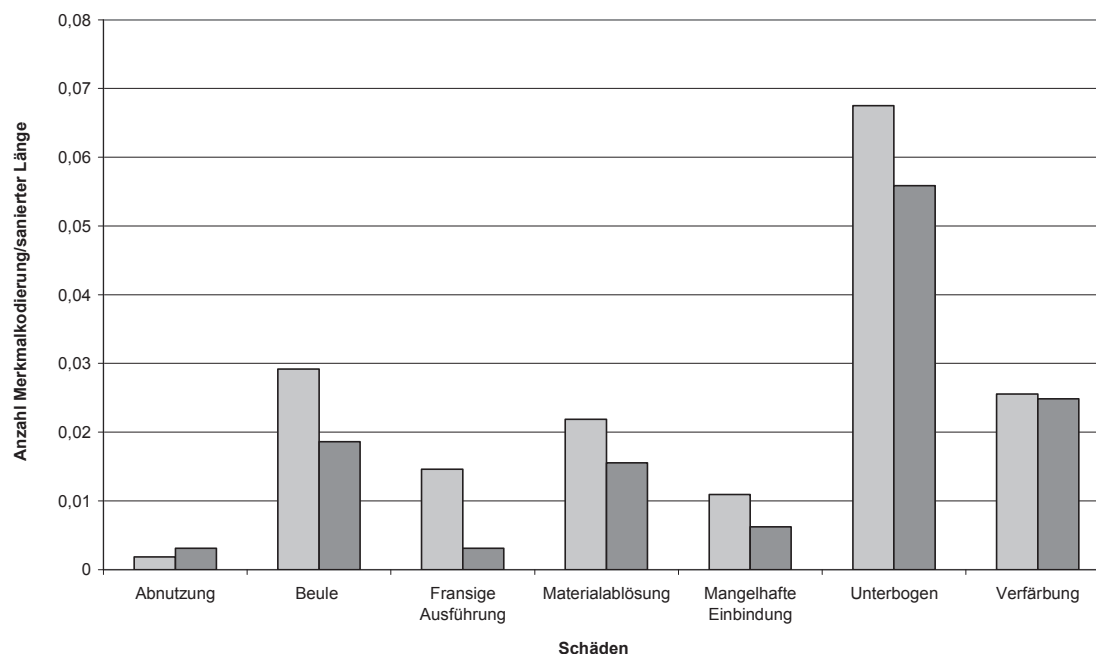


Abbildung 4-40: Verteilung der Merkmalkodierungen je Eigentümer bezogen auf die Länge der sanierten Leitungen

Abbildung 4-41 zeigt die Zustandskodierung je Sanierungsverfahren. Besonders häufig sind die Merkmale „Unterbogen“ und „Verfärbung“. Beide Zustände verursachen keine Undichtigkeiten der GEA. Diese Leitungsabschnitte entsprechen aber nicht dem geforderten Zustand nach einer Sanierung. Unterbögen resultieren bei allen Linern wahrscheinlich bereits aus einem Unterbogen im Ausgangszustand, welcher mit diesen Verfahren nicht behoben werden kann. In diesen Bereichen kam und kommt es auch in Zukunft zu vermehrten Ablagerungen bei geringen Durchflussmengen. Es wurde somit zumindest ein Teil der bereits vor der Sanierung vorhandenen Schäden nicht mit dem gewählten Verfahren behoben.

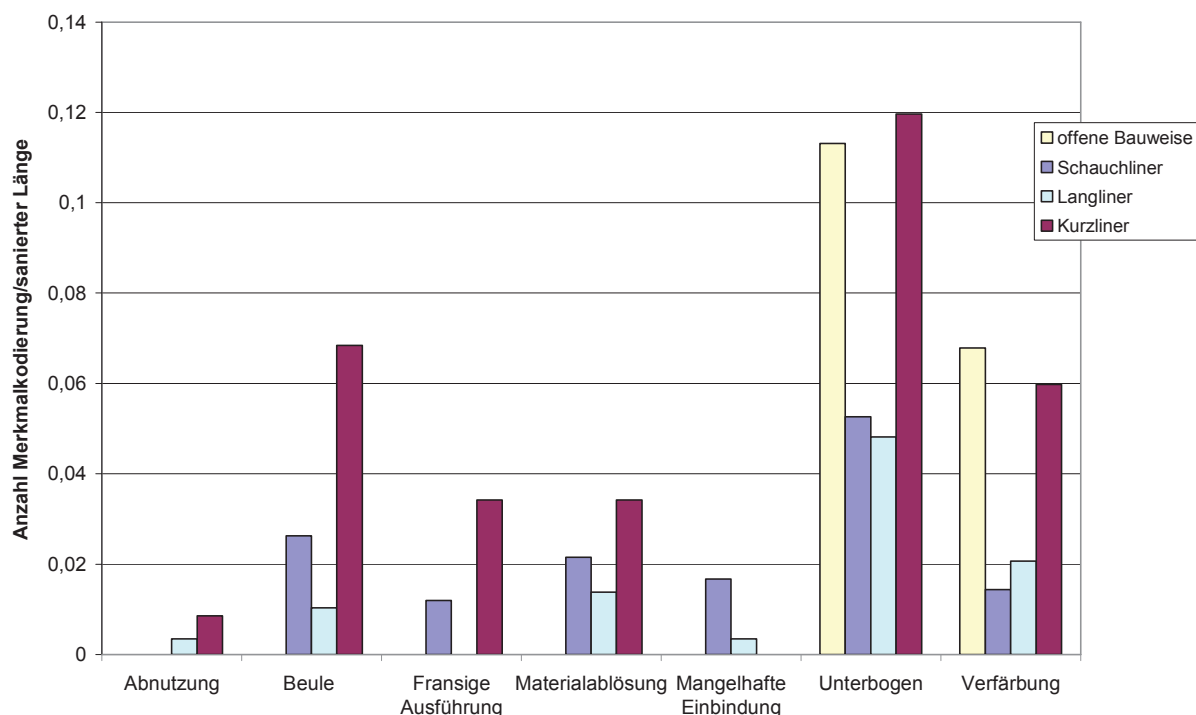


Abbildung 4-41: Zustandsklassifizierung unterteilt nach Sanierungsverfahren

Aber auch ohne die Linerverfahren erreicht der Balken beim Merkmal „Unterbogen“ den höchsten Einzelwert in Abbildung 4-41. Bei der offenen Bauweise treten signifikant viele Unterbögen auf (Abbildung 4-42). Eine Erklärung dafür ist, dass die begrenzten Platzverhältnisse innerhalb einer Baugrube von (im Mittel) 0,8 m Länge eine fachgerechte Verdichtung des Rohraufagers kaum möglich machen. Es ist zu vermuten, dass ausreichende Verdichtungsanstrengungen unterblieben sind; evtl. auch, weil fälschlicherweise davon ausgegangen wurde, dass der Untergrund aufgrund der langen Liegezeit des Altrohres ausreichend verdichtet sei. Darüber hinaus ist zu vermuten, dass bei der erstmaligen Herstellung Hochbau-firmen und keine Tiefbaufachfirmen diese Leitungen verlegt haben.



Abbildung 4-42: In offener Bauweise sanierter Leitungsabschnitt mit einem Unterbogen (hier bei Objekt 5AXI-V-V-XI (24))

Die zweithöchste Säule in Abbildung 4-41 steht für „Verfärbungen“ auf der Innenseite der sanierten Leitung. Um diese fleckenartigen Veränderungen der Oberfläche (Abbildung 4-43) genau analysieren zu können, werden an entsprechender Stelle Materialproben aus einem Liner entnommen. Zu den Untersuchungen dieser Proben im Einzelnen sei auf Kap. 4.2.3.4 verwiesen. Im Ergebnis handelt es sich um Pilze und Bakterien, die sich in Anwesenheit von Wasser entwickeln und vermehren. Auf den Befahrungsvideos gleichen die Bilder der im Labor beprobten Liner mit Flecken den fleckigen Abschnitten, welche in offener Bauweise saniert wurden. Daher wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Flecken immer um diese Pilze und Bakterien handelt.



Abbildung 4-43: Fleckenbildung in einem Liner (hier bei Objekt 5AXI-V-V-XI (24))

Die nächstkleinere Säule beschreibt die Anzahl der „Beulen“ in Linern bezogen auf die jeweils damit sanierten Abschnittlängen. Lediglich zwei Beulen sind nach außen gewölbt. Diese Beulen nach außen resultieren in den hier von uns untersuchten Leitungen aus einem stillgelegten Abzweig. Dieser Abzweig wurde vermutlich nicht formschlüssig (oder gar nicht) verfüllt, bevor der Liner eingezogen wurde. Wenn die Beule nach außen in einen Leitungs-

abschnitt ohne ehemaligen Abzweig auftritt, kann dies auf ein fehlendes Rohrstück im Altrohr hinweisen oder auf eine Aufweitung des Rohrdurchmessers aufgrund des Innendrucks beim Einbau des Liners. Dies ist nur bei instabilen Untergrundverhältnissen möglich und sollte den Eigentümer zu einer regelmäßigen optischen Kontrolle des betreffenden Abschnittes veranlassen. Bei beiden Beulen nach außen kamen Schlauchliner zum Einsatz.



Abbildung 4-44: Kurzliner mit Beule in der Sohle (hier bei Objekt 6AXII-VI-VI-VI (10))

Beulen nach innen können entstehen, wenn Ablagerungen mit dem Inliner überdeckt werden (Abbildung 4-44). Die Ursache ist eine nicht ausreichende Reinigung des Altrohres. Weiterhin kann eine punktuelle Infiltration zu Beulen im Liner führen. Hier wird das Gewebe durch Harzauswaschungen u.U. nicht ausreichend durchtränkt und erhält dadurch nicht die gewünschte Stabilität und Haltbarkeit. Mit der Beule verringert sich der Fließquerschnitt im Rohr. Dies führt zu hydraulischen Engpässen. Auch kann es im Laufe der Zeit aufgrund einer erhöhten mechanischen Belastung zu Beginn der Beule zu Abnutzungserscheinungen kommen. Damit kann eine vorzeitige Undichtigkeit entstehen.

In Abbildung 4-41 überwiegen Beulen bei Kurzlinern. Diese waren ausschließlich nach innen gerichtet und resultieren daher aus einer unsachgemäßen Reinigung oder infiltrierendem Grundwasser.

„Materialablösungen“ treten insbesondere in Schlauch- und Kurzlinern auf. Hierbei handelt es sich um deutlich zu erkennende „Löcher“ im sanierten Abschnitt (Abbildung 4-45). Diese sind wahrscheinlich auf starke mechanische Belastungen oder Materialermüdung zurückzuführen. Konkretisierende Aussagen sollten durch eine Materialprobe ermöglicht werden. Dies war jedoch im Rahmen des Vorhabens nicht möglich (s. Kap.4.2.3.4: Probe VI).



Abbildung 4-45: Materialablösungen in einem Inliner (hier bei Objekt 11BXIII-VIII-V-XI (17))

Die weiteren Kodierungsmerkmale wie „fransige Ausführung“ (Abbildung 4-46) und „mangelhafte Einbindung“ können unmittelbar zur Hinterläufigkeit und damit zur Undichtigkeit des sanierten Abschnittes führen. Dass bei Kurzlinern keine mangelhafte Einbindung festzustellen war, liegt daran, dass dieses Sanierungsverfahren nie über einen zu öffnenden Zulauf hinweg eingesetzt wird, sondern dass das Linerstück kurz vor diesem Zulauf im Hauptrohr endet. Schlauchliner und Langliner werden z.T. auch über Seitenzuläufe hinweg eingesetzt, weswegen sie später an dieser Stelle wieder geöffnet werden müssen. Eine korrekte Anbindung des seitlichen Zulaufs erfolgt über Hutprofile. Diese wurden in den hier aufgeführten Fällen nicht verwendet. Es ist auch möglich, dichte Anschlüsse an den Liner über Verpressen oder Verspachteln mit Epoxidharzen herzustellen. Aufgrund der kleinen Querschnitte bei GEA ist dies aber selten technisch möglich.

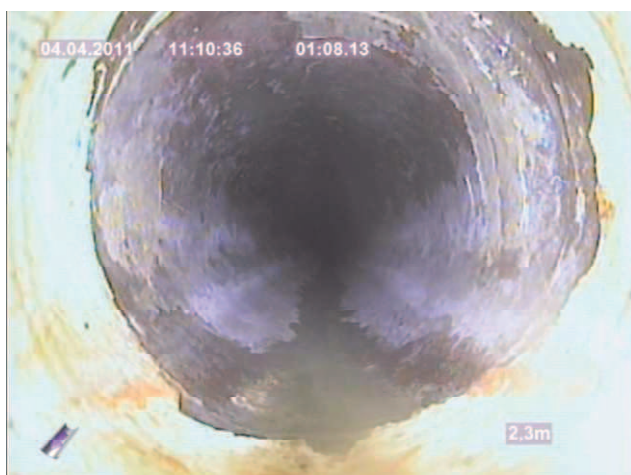


Abbildung 4-46: Fransige Ausführung eines Inliners (hier bei Objekt 5AXI-V-V-XI (24))

Beim Vergleich der verschiedenen Sanierungsverfahren ist zu erkennen, dass das Kurzlinerverfahren durchgängig die höchste Anzahl an Zustandskodierungen im Vergleich zu allen anderen Verfahren aufweist. Bei den Linerverfahren folgt dann das Schlauchlinerverfahren. Die wenigsten Merkmale treten beim Langliner auf. Die offene Bauweise weicht von der Häu-

figkeitsverteilung der Linerverfahren ab. Lediglich Verfärbungen und Beulen treten auf, diese allerdings in hoher Ausprägung.

Um eine etwas differenzierte Betrachtung zu ermöglichen und Ursachen für die vorgefundenen Zustandsmerkmale zu finden, werden in den Abbildung 4-47 bis Abbildung 4-49 Auswertungen differenziert nach bauausführenden Firmen (*I* bis *VII*) und nach Eigentümern (*WBG A* und *WBG B*) zusammengestellt. Die Zustandsmerkmale sind wieder auf die jeweils sanierte Länge bezogen. Zu beachten ist, dass die Bauunternehmen *I* bis *VI* von *WBG A*, aber nur *V* und *VII* von *WBG B* beauftragt wurden. Taucht ein Unternehmen nicht in den folgenden vier Abbildungen auf, wurde dieses nicht mit einer Sanierung nach dem jeweiligen Verfahren beauftragt.

Oben links ist in Abbildung 4-41 bis Abbildung 4-49 dargestellt, wie sich die Merkmalsausprägungen auf die verschiedenen Wohnungsbaugesellschaften aufteilen lassen. Um die Lesbarkeit zu erhalten, wurden die Zustandsmerkmale abgekürzt (s. auch Tabelle 4—6) aber in der gleichen Reihenfolge verwendet, wie in allen anderen Darstellungen.

Abbildung 4-47 zeigt die Zustandsklassifizierung der erneut optisch untersuchten Kurzliner. Hier ist zu erkennen, dass außer bei Materialablösungen immer der Anteil der Merkmale bei *WBG A* überwiegt. Bei vier von sieben Merkmalen ist ein Anteil der Bauunternehmen *II* und *V* zu erkennen. Unternehmen *VI* ist sogar bei fünf von sieben Merkmalen vertreten. Bei Unterbögen tauchen Unternehmen *III* und *IV* mit sehr hohen Anteilen auf. Zu 36 % (*III*) bzw. zu 39 % (*IV*) eines auf 1 m Länge normierten Leitungsabschnittes weisen die von diesen Unternehmen sanierten Leitungen bei der durchgeführten Wiederbefahrung Unterbögen auf. Unmittelbar durch die Merkmale „Fransige Ausführung“ und „Materialablösung“ hervorgerufene Undichtigkeiten treten im Mittel bei 4 % eines 1 m langen per Kurzliner sanierten Abschnittes auf.

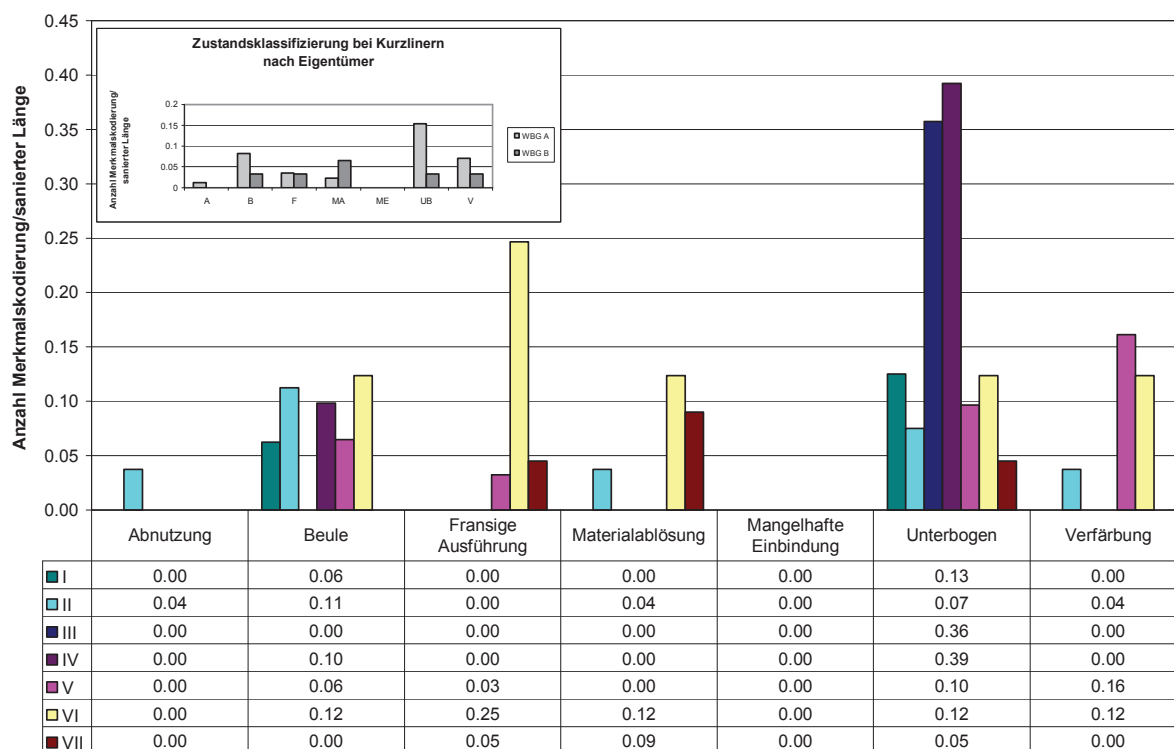


Abbildung 4-47: Zustandsklassifizierung der untersuchten Kurzliner nach Bauunternehmen unterteilt (mit Hinweisen auf den Anteil der Merkmalskodierung je Eigentümer)

Abbildung 4-48 zeigt die Zustandsklassifizierung für die eingesetzten Langliner. Auffällig ist, dass ein deutlich größerer Anteil der vergebenen Merkmale je sanierter Länge auf WBG B entfällt. Gemäß Abbildung 4-35 wurden Langliner zu über 70 % bei WBG B eingesetzt. Da es sich bei Abbildung 4-48 jedoch um eine relative Darstellung im Verhältnis zur eingesetzten Länge handelt, kann geschlussfolgert werden, dass zumindest in den hier untersuchten Fällen eine starke Fokussierung auf ein Produkt („Langliner“) nicht zwangsläufig mehr Routine und damit eine bessere Qualität zur Folge hat. WBG B hat, wie oben bereits erwähnt, nur die Unternehmen V und VII mit Sanierungen beauftragt. VII wurde sogar ausschließlich von WBG B beauftragt. Dieses Unternehmen ist bei fünf von sieben Merkmalen wiederzufinden, wenn auch mit verhältnismäßig geringen Merkmalshäufigkeiten.

Insgesamt wurden 29 Merkmale auf 290 m in mit Langlinern sanierten GEA festgestellt.

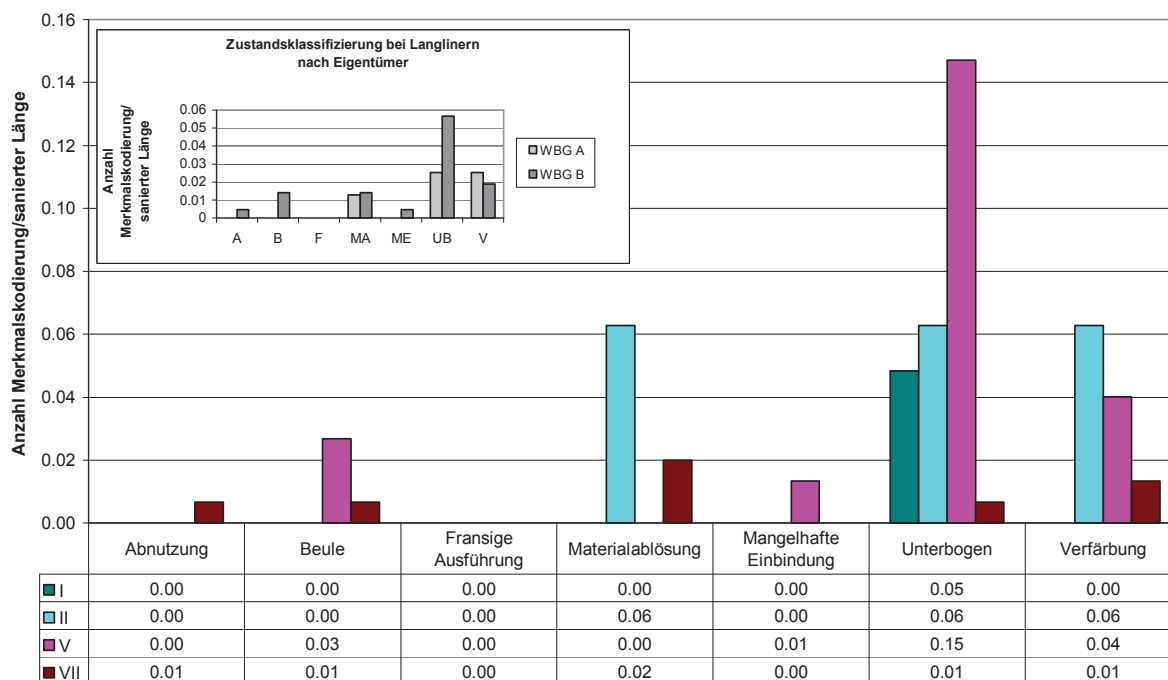


Abbildung 4-48: Zustandsklassifizierung der untersuchten Langliner nach Bauunternehmen unterteilt (mit Hinweisen auf den Anteil der Merkmalskodierung je Eigentümer)

Die Merkmalsverteilung bei Schlauchlinern, differenziert nach den Sanierungsunternehmen, zeigt Abbildung 4-49. Bei WBG B treten hier im Verhältnis zu WBG A weniger zu kodierende Merkmale auf. WBG B beauftragte nur Unternehmen V mit Schlauchlinersanierungen. Alle Merkmale bei V treten ausschließlich in Kombination mit WBG B auf, da WBG A keine Schlauchlinersanierungen bei V beauftragte. Demzufolge ergeben sich alle anderen Merkmale aus der Kombination der Sanierungsunternehmen I, III, IV oder VI mit WBG A. Auffällig ist der hohe Anteil von VI. Sie sanierten bei verschiedenen Gebäuden 30 m per Schlauchliner und auf diesen Abschnitten sind zwölf zustandsbeschreibende Merkmale zu verzeichnen.

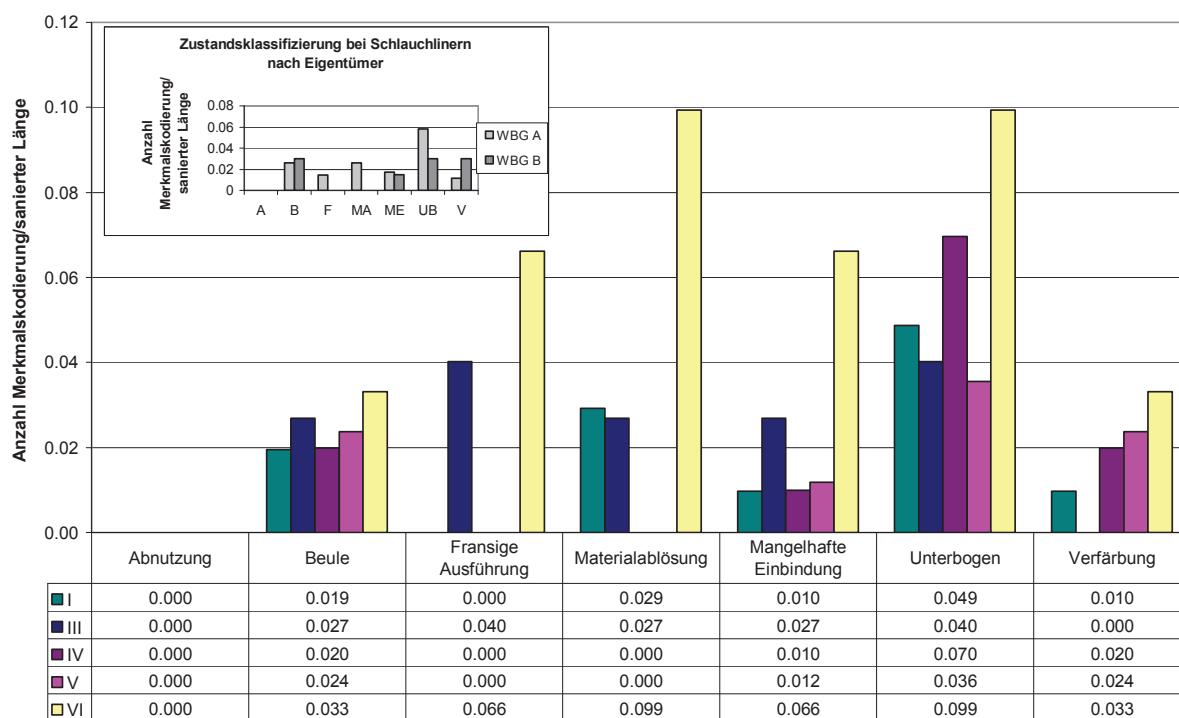


Abbildung 4-49: Zustandklassifizierung der untersuchten Schlauchliner nach Bauunternehmen unterteilt (mit Hinweisen auf den Anteil der Merkmalskodierung je Eigentümer)

Das niedrigste Verhältnis von Merkmalen zu sanierter Länge tritt bei Sanierungen in offener Bauweise auf (Abbildung 4-50). In der Datenbank finden sich lediglich acht Merkmale auf 44 m in offener Bauweise sanierter Länge. Hier steht aber auch der geringste Untersuchungsumfang zur Verfügung, weil gezielt eher Sanierungen per Liner zur Wiederbefahrung ausgewählt wurden. In dieser hier vorliegenden Auswertung sind erneuerte Bodeneinläufe nicht erfasst. Es liegen keine Erkenntnisse über deren Qualität zum Zeitpunkt der durchgeführten erneuten optischen Inspektion vor. In den Sanierungskosten für ein Gebäude sind die entsprechenden Kosten zwar erfasst, aber eine Untersuchung des Zustandes des einzelnen neuen Einlaufes im Kellerboden hat nicht stattgefunden.

Mit der Wiederbefahrung werden bei Sanierungen in offener Bauweise nur Verfärbungen und Unterbögen festgestellt. Hierbei handelt es sich nicht um Merkmale, die eine Undichtigkeit vermuten lassen. Insofern stellt sich die offene Bauweise als die (nach jeweils fünf bzw. sechs Jahren Nutzungsdauer) qualitativ hochwertigste Sanierungsmethode heraus. Der gerade für dieses Verfahren sehr geringe Probenumfang und die wenigen überprüften Sanierungsunternehmen relativieren diese Aussage allerdings.

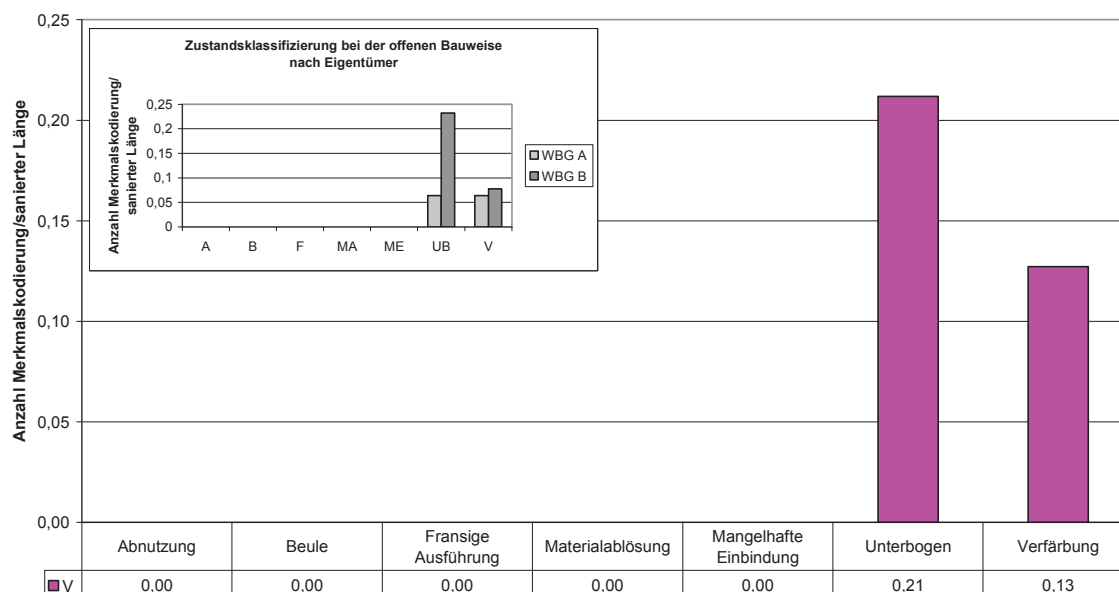


Abbildung 4-50: Zustandsklassifizierung der untersuchten offenen Bauweise nach Bauunternehmen unterteilt (mit Hinweisen auf den Anteil der Merkmalskodierung je Eigentümer)

Dem Vergleich der sieben beteiligten Sanierungsunternehmen dient Abbildung 4-51. Die Darstellung ist sortiert nach den Mittelwerten des Verhältnisses Merkmalskodierungen/sanierter Länge je Unternehmen (Mittelwert Merkmalskodierungen/sanierter Länge VII < I < IV < III < V < II < VI). Aus diesen Mittelwerten lässt sich erkennen, dass das Verhältnis Merkmalskodierungen/sanierter Länge beim Unternehmen VI drei Mal so groß ist wie das des Sanierungsunternehmens VII ($VII/VI = 0,01/0,037$ Merkmalskodierungen/sanierter Länge). Für eine qualitativ hochwertige Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen scheint der Einfluss des Sanierungsunternehmens also deutlich größer zu sein als der Einfluss des Auftraggebers bzw. Eigentümers (vgl. Abbildung 4-40). Es ist fraglich, ob sich diese Aussage bestätigen lässt, wenn die Untersuchungen an mehr als zwei Eigentümern hätten durchgeführt werden können.

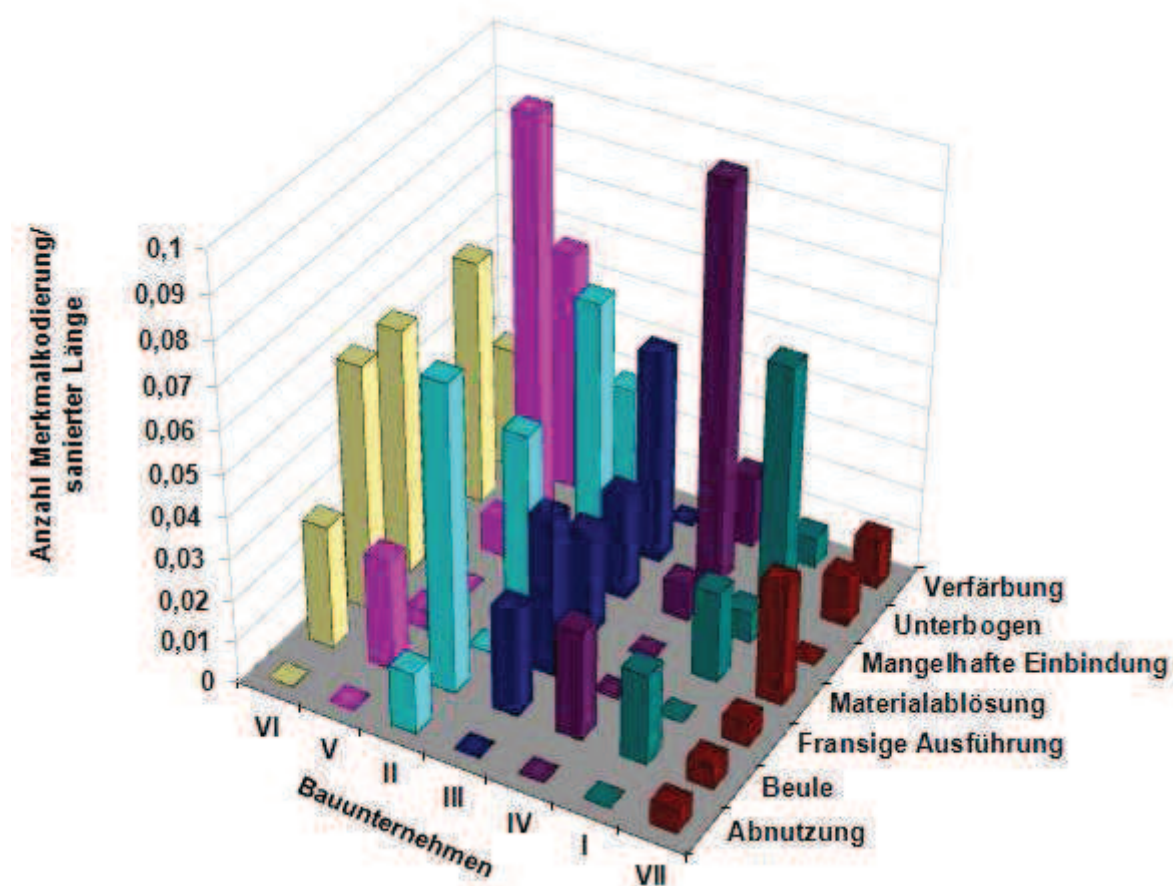


Abbildung 4-51: Gegenüberstellung der Zustandsklassifizierung je Sanierungsunternehmen

Nur für Sanierungsunternehmen V ist es möglich, die Merkmalskodierungen je Auftraggeber (WBG A oder B) gegenüberzustellen, da nur dieses Unternehmen von beiden Eigentümern beauftragt wurde. In Abbildung 4-52 ist aber kein eindeutiger Trend zu erkennen. Darüber hinaus ist der Probenumfang (hier drei GEA) dafür zu gering. Der Einfluss örtlicher Gegebenheiten dürfte sehr groß sein.

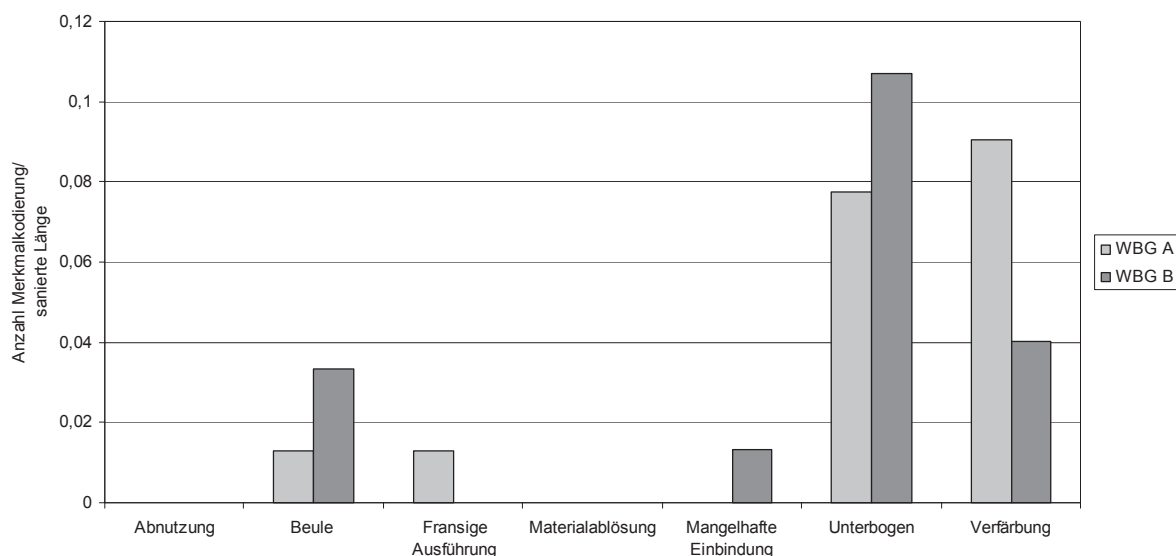


Abbildung 4-52: Merkmalkodierungen bei drei Objekten, die durch Unternehmen V saniert wurden

4.2.3.2 Ergebnisse der Dichtheitsprüfung nach maximal sieben Jahren Nutzungsdauer

Wie in Tabelle 4—5 zu erkennen, wurden an mehr als 60 Teilabschnitten wiederbefahrener Leitungen Dichtheitsprüfungen vorgenommen. Diese wurde, je nach Gegebenheiten vor Ort, als Luft- oder Wasserdruckprüfungen durchgeführt (gemäß ATV-143, Teil 6 (1998)). Auch wurden 49 Abschnitte mit Luftdruck und acht mit Wasserdruck geprüft. 18 Teilabschnitten bestanden die Luftdruckprüfungen und 31 nicht. Per Wasserdruck konnten drei sanierte Abschnitte die Prüfung bestehen, fünf nicht. Häufig werden Leitungsabschnitte mehrfach getestet, um Fehler in der Untersuchungsanordnung auszuschließen. Nur ein einziges Mal (getestet wird ein Schlauchliner samt Anschluss an das Altrohr per Luftdruckprüfung) ergibt eine wiederholende Prüfung ein anderes Ergebnis als die Erstprüfung (im beschriebenen Fall wird lediglich eine Prüfung bestanden und drei nicht; der Leitungsabschnitt wird als „undicht“ eingestuft).

In einigen Fällen bietet es sich in der Örtlichkeit an, eine Dichtheitsprüfung des sanierten Abschnittes gemeinsam mit dessen Übergang zum Altrohr auf Dichtheit zu überprüfen (im Weiteren „Anschlussprüfung“ genannt). In Abbildung 4-53 sind die Ergebnisse der verschiedenen Dichtheitsprüfungen zusammengefasst. Prüfungen mit Luft- und Wasserdruck werden gegenübergestellt und es ist zu erkennen, dass die Mehrzahl der Luftprüfungen nicht bestanden wird, unabhängig davon, ob der Anschluss des Sanierungsverfahrens an das Altrohr mitgeprüft wird oder nicht. Bei den Prüfungen mit Wasserdruck ist diesbezüglich kein eindeutiger Trend zu erkennen. Auch die Gegenüberstellung der verschiedenen Sanierungsverfahren und deren Dichtheitsprüfungsergebnisse (hier nicht dargestellt) lässt keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu.

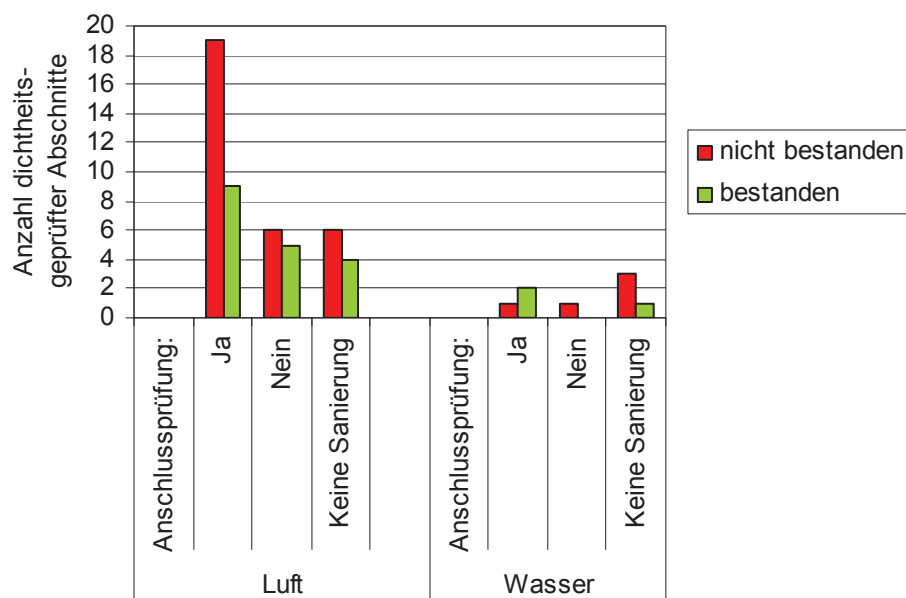


Abbildung 4-53: Ergebnisgegenüberstellung der wiederholten Dichtheitsprüfungen ausgewählter Abschnitte

Des Weiteren wird versucht, die Ergebnisse der erneuten optischen Dichtheitsprüfung mit denen der erneuten physikalischen Prüfung zu vergleichen. Dazu wurden für insgesamt acht Objekte Zeichnungen angefertigt, die die angewendeten Sanierungsverfahren und die Ergebnisse der beiden Dichtheitsprüfungen gemeinsam darstellen. Abbildung 4-54 enthält diese Zeichnung für Objekt 5AXI-V-V-XI, Abbildung 4-55 für die Objekte 7BII-VII-VII-VII (54) und (56). Alle anderen Zeichnungen sind dem Anhang zu entnehmen.

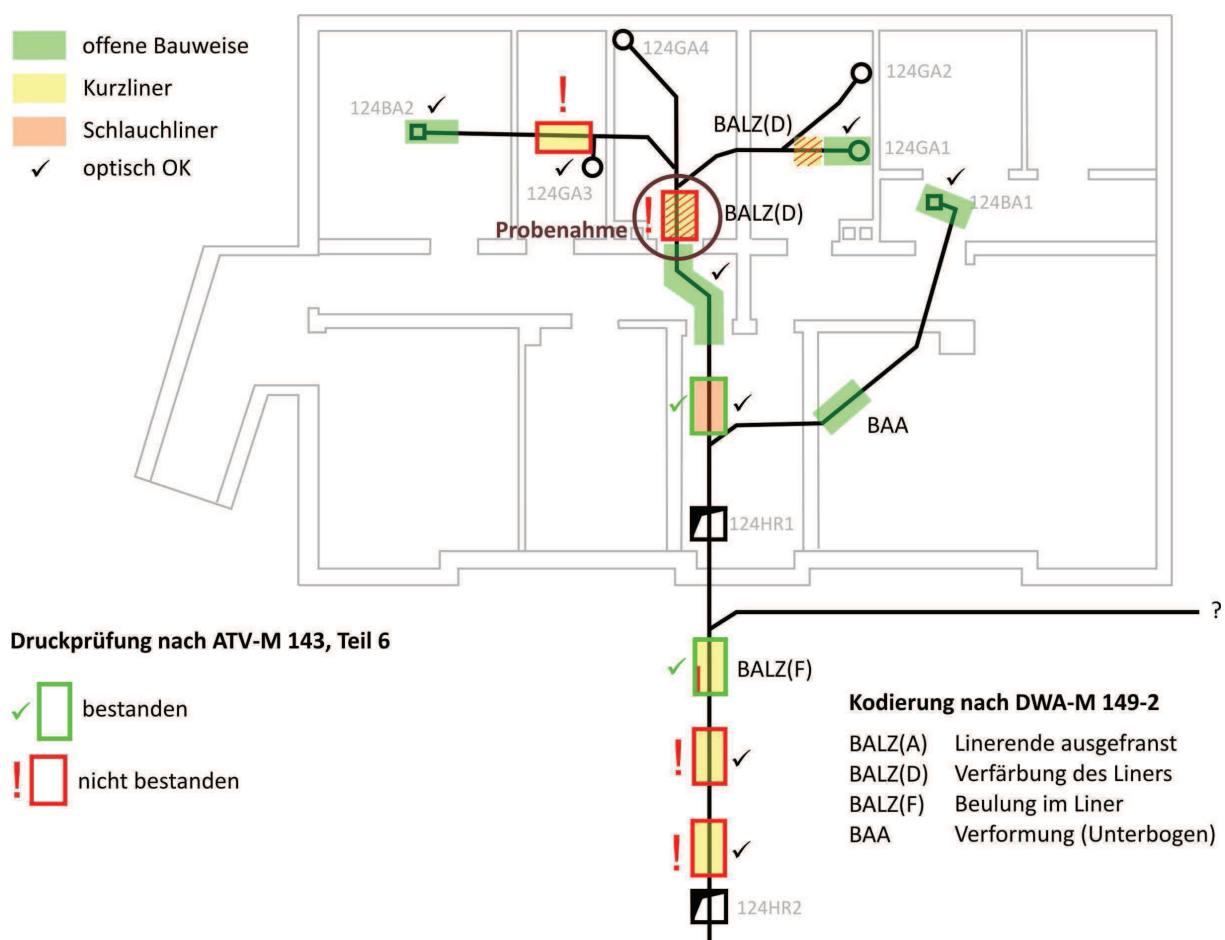
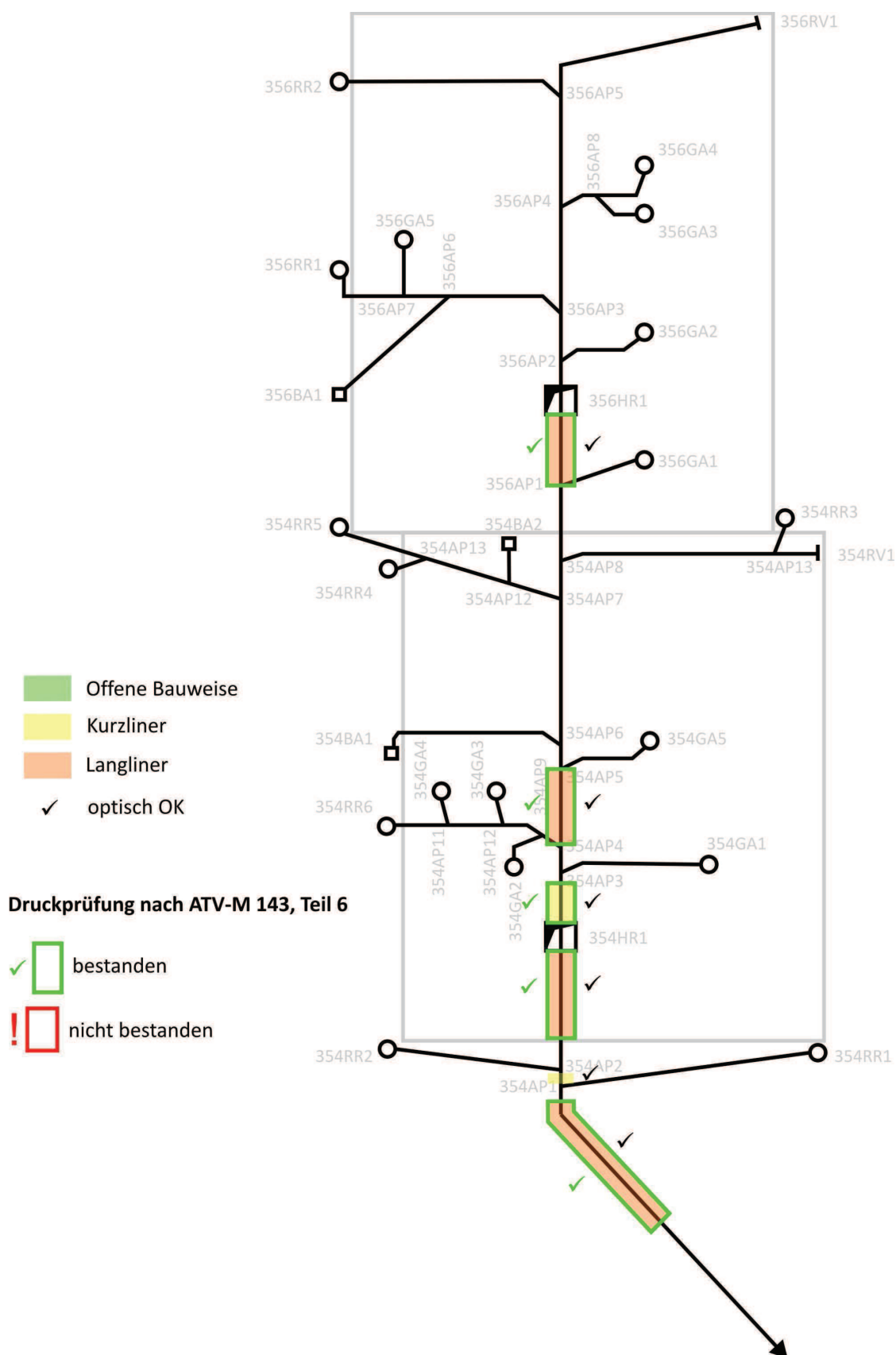


Abbildung 4-54: Graphische Zusammenstellung der Ergebnisse der Wiederbefahrung für das Objekt 5AXI-V-V-XI (24)



Farbig hinterlegt sind Leitungsabschnitte, bei denen eine Sanierung stattgefunden hat. Grün gekennzeichnet sind Abschnitte, welcher in offener Bauweise saniert wurden, gelb sind Kurzliner und rot hinterlegt sind per Schlauchliner sanierte Abschnitte. Das Flutungsverfahren bei den Grundstücksentwässerungsanlagen im Objekt 4AX-IV-IV-XIV (83) ist nicht dargestellt. Der Vollständigkeit halber sei aber erwähnt, dass das dort vorhandene unterirdische Entwässerungssystem im Anschluss an die dargestellte „konventionelle“ Sanierung vollständig geflutet wurde.

Anhand der erneuten optischen Inspektion für das Forschungsvorhaben im Jahr 2011 wird der Zustand der Leitungen erfasst und mithilfe der Kodierungen nach DWA-M 149-2 (2006) (s. auch Spalte 1 Tabelle 4—6) in den Zeichnungen im Anhang sowie in Abbildung 4-54 und Abbildung 4-55 aufgezeigt. Ist ein schwarzes Häkchen dargestellt, ist der erfasste Zustand der Leitung optisch einwandfrei.

Rot oder grün umrandet sind Leitungsabschnitte, die eine physikalische Dichtheitsprüfung bestanden (grün) oder nicht bestanden (rot) haben.

Die Visualisierung der angewendeten Sanierungsverfahren je Objekt verdeutlicht, dass innerhalb eines Objektes in der Regel drei bis vier verschiedene Sanierungsverfahren genutzt werden, um das vorhandene Leitungsnetz zu sanieren. Die Objekte 7BII-VII-VII-VII (54) und (56) bilden eine Ausnahme. Hier kamen nur Inliner in Form von Kurz- oder Langlinern zum Einsatz, vergleichbar mit allen Objekten der WBG B, bei denen kein Ingenieurbüro mit der Sanierungsplanung beauftragt wurde.

Im Objekt 5AXI-V-V-XI (24) ist z.B. für die ersten beiden Kurzlinern nach dem Revisions-schacht festzustellen, dass das Ergebnis der optischen Prüfung nicht mit dem Ergebnis der physikalischen Dichtheitsprüfung übereinstimmt. Häufig bestehen optisch dichte Leitungsabschnitte die physikalische Dichtheitsprüfung nicht (vgl. dazu auch die weiteren Zeichnungen im Anhang). Optisch intakte Liner verbessern i.d.R. die Statik des Rohrs, aber nicht zwangsläufig die Dichtheit. Bei Betrachtung aller Zeichnungen können insbesondere für den umgekehrten Fall (optisch undicht und physikalisch dicht) keine kausale Zusammenhänge oder einheitliche Ursachen identifiziert werden. Daher kann lediglich geschlussfolgert werden, dass kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen optischer und physikalischer Dichtheitsprüfung besteht, was aber in Anbetracht einiger anderer vergleichender Untersuchungen zu erwarten gewesen ist (KomNetGEW (2011), ATV-M 143-6 (1998)).

In Abbildung 4-54 ist zusätzlich vermerkt, an welcher Stelle in der GEA dieses Objektes ein Probestück zur labortechnischen Untersuchung der Sanierungsmaßnahmen entnommen wurde. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind dem folgenden Kapitel zu entnehmen.

4.2.3.3 Ergebnisse der erneuten optischen Inspektion nach mehr als sieben Jahren Nutzungsdauer

Vereinzelte Hausanschlusskanäle wurden offensichtlich bereits vor den Sanierungen, die in den vorangegangenen Abschnitten ausgewertet wurden, saniert. Die entsprechenden Leitungen sind auch im Rahmen des Forschungsvorhabens wiederbefahren worden. Es liegen allerdings keinerlei Erkenntnisse über die damals durchgeführten Sanierungen vor. Es ist weder bekannt, in wessen Auftrag, durch welches Verfahren oder zu welchem Zeitpunkt die Haltungen saniert wurden.

Abbildung 4-56 zeigt beispielsweise eine Inlinersanierung, die bereits in den hier vorliegenden ersten Befahrungen im Auftrag des Eigentümers dokumentiert wurde. Diese Dokumentation geschah erstmals im Jahr 2004 und nun erneut mit der Wiederbefahrung im Rahmen des Projektes im Jahr 2011. Das „Leopardenmuster“ war 2004 noch nicht zu erkennen, 2011 ist es aber umso auffälliger. Wann die eigentliche Sanierung durchgeführt wurde, ist nicht bekannt.



Abbildung 4-56: TV-Dokumentation eines per Inliner sanierten Hausanschlusses des Objektes 5AXI-V-V-XI (24) im Abstand von sieben Jahren (links: Aufnahme aus dem Jahr 2004, rechts: Aufnahme aus dem Jahr 2011)

Darüber hinaus gibt es aber auch Objekte der anderen WBG in derselben Stadt, die ebenfalls zu einem früheren Zeitpunkt saniert wurden, für die aber keine älteren Inspektionsdokumentationen per Kamera oder Protokoll vorliegen. Im Jahr 2011 konnten allerdings die Aufnahmen in Abbildung 4-57 und Abbildung 4-58 gemacht werden. Die Abbildungen zeigen Linersanierungen in drei unterschiedlichen, nebeneinander liegenden Objekten.

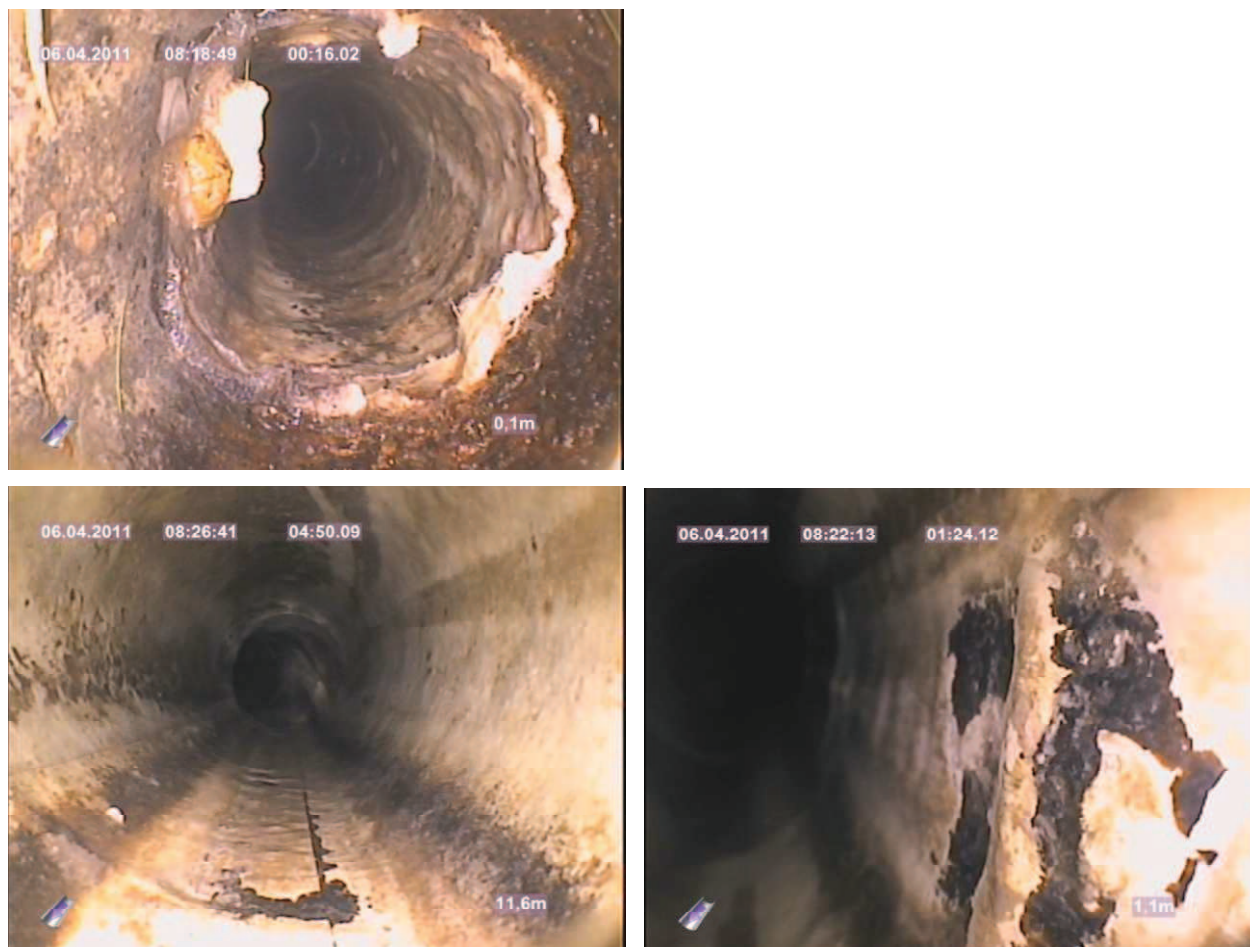


Abbildung 4-57: Zustand im Jahr 2011 älterer Schlauchlinersanierungen im Leitungsabschnitt zwischen Hauptkanal bis Revisionsschacht im Objekt 11BXIII-VIII-V-XI (11)

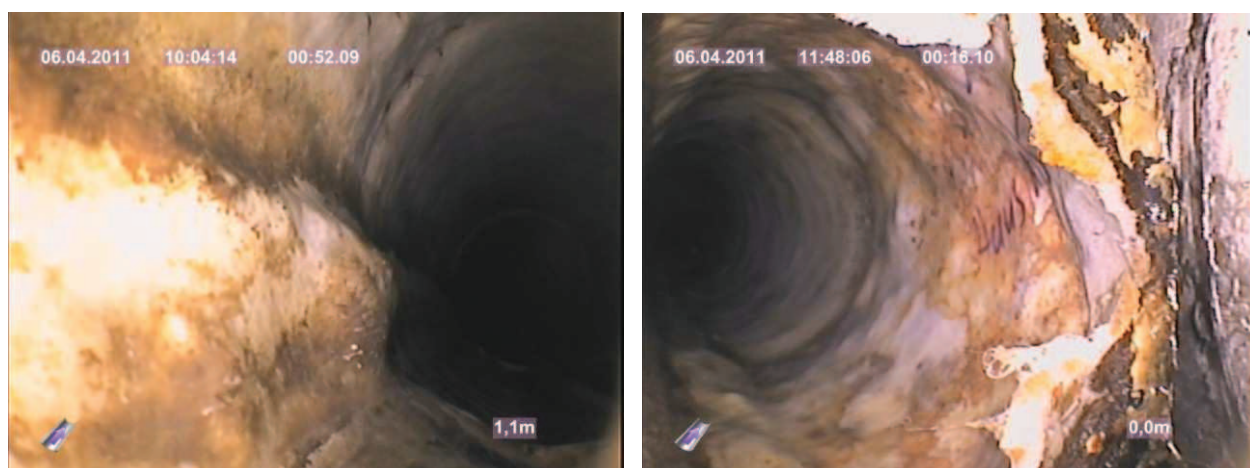


Abbildung 4-58: Zustand im Jahr 2011 älterer Schlauchlinersanierungen im Leitungsabschnitt zwischen Hauptkanal bis Revisionsschacht in den Objekten 11BXIII-VIII-V-XI (13) und (15)

4.2.3.4 Ergebnisse der Materialprüfung

4.2.3.4.1 Bestandsaufnahme

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden Schlauchliner- bzw. Kurzlinerproben aus sieben Wohnobjekten am Institut für Baumaschinen und Baubetrieb der RWTH Aachen untersucht. Die Auswahl der Probestücke konzentriert sich dabei auf Kanalabschnitte, an denen zuvor bei einer Wiederbefahrung eindeutige Beschädigungen optisch festgestellt wurden.

Bei den nachfolgenden Ausführungen ist zu beachten, dass die vorgestellten Proben lediglich Ausschnitte aus mit Kurz- oder Schlauchlinern sanierten Abwasserrohren darstellen. Beurteilungen über die jeweilige komplette Sanierungsmaßnahme oder Verallgemeinerungen zur grundsätzlichen Eignung dieser Sanierungsverfahren können hieraus nicht abgeleitet werden.

Es wurden zwei Schlauch- und fünf Kurzliner einschließlich Altrrohr entnommen. Die Proben wurden oberflächlich gereinigt und erhalten eine Probennummer. Eine Übersicht über die Proben ist in Tabelle 4—9 dargestellt.

Tabelle 4—9: Übersicht über entnommene Probenstücke

Nr.	Objekt	Sanierungsverfahren/DN	Entnahmegrund	saniert im Jahr
I	4AX-IV-IV-XIV (79)	Schlauchliner/DN150 Bogen 90°	Flutungsverfahren nach Schlauchliner	2005
II	6AXII-VI-VI-VI (10)	Kurzliner/DN150	Beule in Sohle	2007
III	1AI-I-I-I (2)	Kurzliner/DN150	kein Schaden	2008
IV	3AIII-III-III-VII (2)	Kurzliner/DN100	Faltenbildung im Scheitel	2005
V	2AII-II-II-II (4)	Schlauchliner/DN150 Bogen 60°	Faltenbildung im Kämpfer	2009
VI	11BXIII-VIII-V-XI (17)	Kurzliner/DN100	Fehlstellen	2007
VII	5AXI-V-V-XI (24)	Kurzliner/DN125	Verfärbung	2006

Das Probestück I ist nach Auswertung der Sanierungsdokumentation aus dem Jahr 2005 nach dem Einzug des Schlauchliners (Fabrikat BRAWOLINER®) zusätzlich bei einer nachträglichen Sanierungsmaßnahme mit dem Flutungsverfahren saniert worden. Auf der Außenseite des Rohrstücks befinden sich keine Hinweise auf das nachträglich angewendete

Flutungsverfahren. Es ist zu vermuten, dass die Leitung an der ausgebauten Stelle bereits durch das Einziehen des Schlauchliners abgedichtet wurde. An dieser Probe werden deshalb nur der eingezogene Schlauchliner betrachtet (siehe Abbildung 4-59). Im Scheitelbereich des 90°-Bogens wirft der Schlauchliner Falten, die bis zu 10 mm in den freien Querschnitt einragen. Nach den Vorgaben der DIBt-Zulassung des „Schlauchliningverfahrens mit der Bezeichnung BRAWOLINER®“ (Zulassungsnummer: Z-42.3-362) darf die Faltengröße „[...] nicht größer als 2 % des nominalen Durchmessers sein.“ (Kap. 4.1 e)). Die damit geforderte maximale Faltengröße von 3 mm (Nennweite DN150) wird überschritten.



Abbildung 4-59: Probestück I, Schlauchliner in Altrohr, Bogenstück 90°

Bei der Untersuchung der Probe II wird die bei der Wiederbefahrung erkannte Ausbeulung in der Sohle geprüft. Hier wird festgestellt, dass das Altrohr vor der Sanierung nicht gereinigt wurde. Durch die anhaftende Schmutzschicht und einige lose Ablagerungen besteht in der Sohle kein Kontakt des Liners zum Altrohr. Der entstandene Ringspalt weist eine Größe von ca. 2 mm auf (siehe Abbildung 4-60). Die Nennweite des Altrohres aus Steinzeug beträgt DN150.



Abbildung 4-60: links: fehlender Verbund durch nicht gereinigte Sohle



rechts: Probestück II durch Ringspalt in Sohle

Bei Probe III handelt es sich um einen Kurzliner, der in ein Altrohr der Nennweite DN150 eingebaut wurde. Der Liner liegt am ausgebauten Steinzeug-Altrohr formschlüssig an und weist keine sichtbaren Schäden auf (siehe Abbildung 4-61).



Abbildung 4-61: Probestück III, schadensfreier Kurzliner

Probe IV ist ein Steinzeugrohr mit der Nennweite DN100, das mit einem Kurzliner saniert wurde (siehe Abbildung 4-62). Die bei der Wiederbefahrung erkannte Faltenbildung im Scheitel kann im Probestück nicht festgestellt werden. Möglicherweise wurde die optisch erkannte Schadstelle bei der Probenentnahme falsch eingemessen.



Abbildung 4-62: Probestück IV, schadensfreier Kurzliner

Bei Probe V handelt es sich um ein 60°-Bogenstück aus Steinzeug mit der Nennweite DN150, das mit einem Schlauchliner des Fabrikats BRAWOLINER® saniert wurde. Die Falten auf der Innenseite des Bogens ragen zwischen 2 mm bis 18 mm in den freien Querschnitt ein (siehe Abbildung 4-63). Hier wird die geforderte maximale Faltengröße von 3 mm (vgl. Probe I) bis um das 6-fache überschritten.

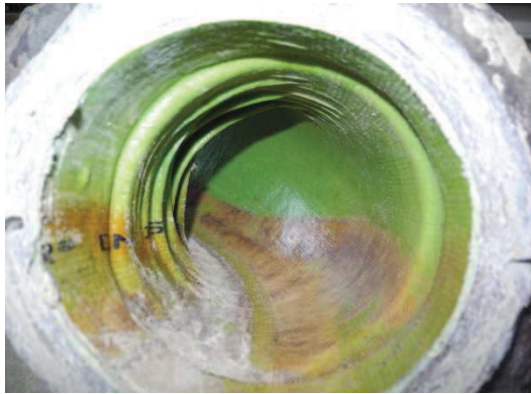


Abbildung 4-63: Probestück V, Faltenbildung an der Bogeninnenseite

Probe VI soll nach den Ergebnissen der Wiederbefahrung großflächige Fehlstellen aufweisen. Diese konnten im angelieferten Probestück nicht festgestellt werden. Der Liner sitzt am ausgebauten Steinzeug-Altrohr der Nennweite DN100 formschlüssig an und weist keine Schäden auf (siehe Abbildung 4-64). Auch hier wurde wahrscheinlich die Schadstelle für die Probenentnahme falsch eingemessen.



Abbildung 4-64: Probestück VI, schadensfreier Kurzliner

Das Probestück VII weist gleichmäßig verteilte punkartige Verfärbungen im Scheitel und oberen Kämpferbereich auf (siehe Abbildung 4-65). Der Durchmesser der Verfärbungen beträgt zwischen 2 und 10 mm.

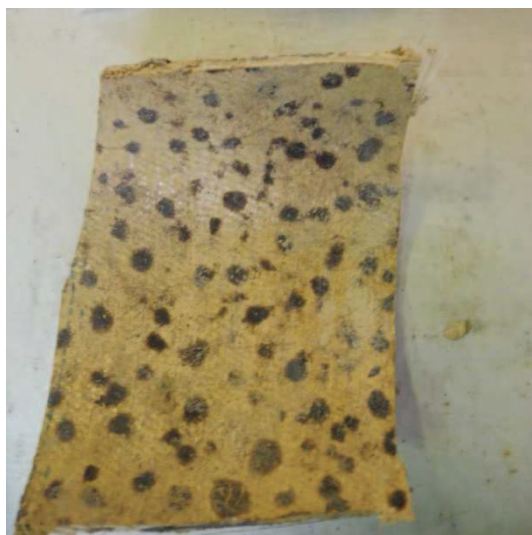


Abbildung 4-65: Probestück VII, Verfärbung auf der Lineroberfläche

Die Verfärbungen sind ausschließlich auf der Innenbeschichtung des Liners zu finden und leicht von der Oberfläche zu entfernen. Die Verfärbungen sind ebenfalls im nicht sanierten Teil auf der Oberfläche des Steinzeugrohres vorhanden (siehe Abbildung 4-66).

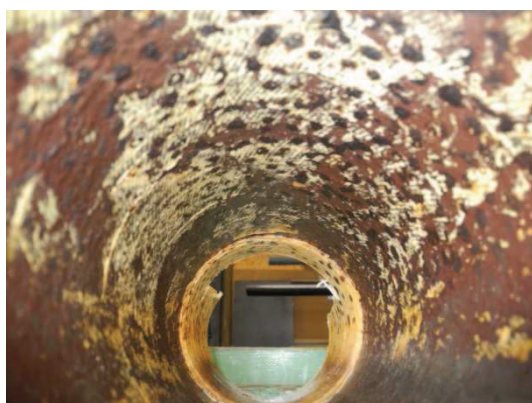


Abbildung 4-66: Probestück VII, Verfärbung im Altrohr

Ein Probestreifen mit den beschriebenen Verfärbungen wird am Forschungsinstitut für Wasser und Abfallwirtschaft (FiW) der RWTH biologisch untersucht. Abstriche von den Verfärbungen werden in standardisierten Medien zum Wachstum angeregt (siehe Abbildung 4-67). Bei dieser Untersuchung wurden eine Hefekultur, ein Pilz und mehrere unterschiedliche Bakterienstämme festgestellt (SOP s. Anhang). Es wird vermutet, dass sporenbildende Bakterienstämme für die Verfärbungen verantwortlich sind. Genauere Befunde sowie eine eindeutige biologische Zuordnung können nur durch weitere zum Teil sehr aufwendige biologische Untersuchungen ermittelt werden, die im Rahmen dieses Forschungsprojektes nicht vorgesehen sind.

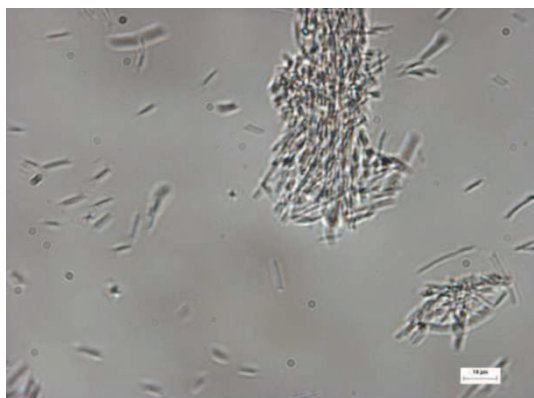


Abbildung 4-67: Bakterienkultur

Im Probestück fehlt durch den Ausbau ein Großteil des Scheitelbereiches (siehe Abbildung 4-68), so dass nur auf einer Länge von etwa 15 mm der komplette Querschnitt untersucht werden kann. Im Scheitelbereich (etwa 10h – 2h) ist ein etwa 1 mm breiter Ringspalt zu erkennen, der sich bis zum Ende des Liners durchzieht.



Abbildung 4-68: Probestück VII, Verfärbung im Altrohr

4.2.3.4.2 Untersuchung der Materialdicke

Zur Bestimmung der Materialdicke werden aus jeder Probe jeweils drei nebeneinander liegende Streifen mit einer Breite von 20 mm geschnitten. Dazu werden die geraden Rohrab-schnitte mit Altrohr geschnitten, die Schnitte in den beiden Bogenstücken erfolgen nach der Entnahme des Liners aus dem Altrohr. Die Materialdicke wird an vier Punkten in der Sohle, im Scheitel und in den Kämpfern bestimmt (siehe Abbildung 4-69). Bei Probestück VII kann die Materialdicke aufgrund der geringen angelieferten Menge nur an einem Probestreifen an allen vier Messpunkten gemessen werden.

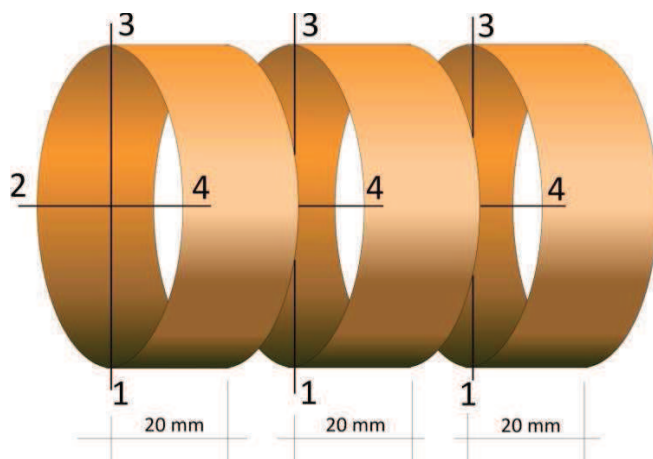


Abbildung 4-69: Schematische Darstellung der Probestücke mit Messpunkten 1-4

Schlauchliner sollen gemäß DIN EN ISO 11296-4 eine Mindestdicke von 3,0 mm aufweisen. Diese wird bei den vorliegenden Schlauchlinerproben an einigen Stellen leicht unterschritten. Bei den untersuchten Kurzlinern wird die Mindestdicke überwiegend deutlich unterschritten. Beispielsweise sind die mittleren Dicken in der Sohle der Proben II und III mit etwa 5 mm fast doppelt so groß wie im jeweils zugehörigen Scheitelbereich. Insbesondere bei der Probe VI wird die Mindestdicke von 3,0 mm im gesamten Querschnitt nicht erreicht (siehe Tabelle 4—10).

Der Vergleich der Messwerte für die untersuchten Schlauchliner ergibt insgesamt eine gleichmäßige Dickenverteilung. Der Maximalwert der Standardabweichung als Maß für die Streuung der Messwerte ist $S = 0,452$. Dieses Ergebnis spiegelt eine relativ gleichmäßige Materialverteilung bei den Schlauchlinerproben wider.

Größere Abweichungen weisen die Proben aus den mit Kurzlinern sanierten Kanalabschnitten auf. Hier beträgt die maximale Standardabweichung bis zu $S = 1,121$ für Probestück III. Dieses Ergebnis bestätigt die Vermutung, dass bei der Herstellung des Kurzliners, z.B. durch nicht fachgerechte Montage der GfK-Matten um den Sanierungspacker und eine ungleichmäßige Harzverteilung, Unterschiede in der Dickenverteilung entstanden sind. Überlappungszonen der Matten sind bei dieser Betrachtung berücksichtigt. Tabelle 4—10 zeigt die ermittelten Dicken für alle Probestücke.

Tabelle 4—10: Dickenverteilung der untersuchten Probenstücke

Probe- stück	Liner- Typ	Ifd. Nr.	Messpunkt/Wandstärke Liner [mm]				
			1 Sohle	2 Kämpfer	3 Scheitel	4 Kämpfer	Mittel- wert
I	Schlauch- Liner	I - 01	2,8	2,8	3,2	3,5	3,1
		I - 02	3,2	3,5	3,4	3,5	3,4
		I - 03	3,0	3,1	3,5	3,0	3,2
II	Kurzliner	II - 01	4,6	3,4	2,3	2,5	3,2
		II - 02	4,8	3,1	2,7	2,5	3,3
		II - 03	5,3	3,1	2,5	2,6	3,4
III	Kurzliner	III - 01	5,4	2,6	2,7	3,9	3,7
		III - 02	5,0	2,7	2,6	3,3	3,4
		III - 03	5,4	2,7	2,7	3,6	3,6
IV	Kurzliner	IV - 01	3,6	3,0	3,8	2,9	3,3
		IV - 02	3,5	2,9	3,4	3,2	3,3
		IV - 03	3,6	3,3	3,8	3,2	3,5
V	Schlauch- Liner	V - 01	3,0	2,7	3,1	3,6	3,6
		V - 02	2,6	2,7	3,0	4,0	3,1
		V - 03	3,2	3,5	2,8	2,5	3,0
VI	Kurzliner	VI - 01	2,1	3,5	2,4	2,7	2,7
		VI - 02	1,9	2,4	2,5	3,1	2,5
		VI - 03	2,8	3,4	2,4	2,5	2,8
VII	Kurzliner	VII - 01	5,4	4,0	4,3	4,8	4,6
		VII - 02	5,3	4,1	-	4,7	4,4
		VII - 03	5,1	4,0	-	4,7	4,3

4.2.3.4.3 Haftungseigenschaften/Verbund mit Altrohr

Im Folgenden werden die Haftungseigenschaften zwischen Liner und Altrohr beschrieben. Dazu wird das Ablöseverhalten bzw. der Kraftaufwand beim Ausbau des Liners aus dem Altrohr bewertet.

Beide Schlauchliner lassen sich ohne Kraftaufwand vom Altrohr trennen. Eine äußere Schutzfolie um den Schlauchliner (Pre-Liner) ist in beiden Fällen nicht vorhanden. Bei Probestück I sind an der dem Altrohr zugewandten Seite des Liners flächig verteilte feinporige Lufteinschlüsse im Harz zu erkennen (siehe Abbildung 4-70). An der Außenseite des Bogens

befindet sich eine etwa 5 cm² große Fehlstelle im Harz (siehe Abbildung 4-71). Der Verbund zwischen Liner und Altrohr wird durch Lufteinschlüsse vermindert oder ganz unterbunden.

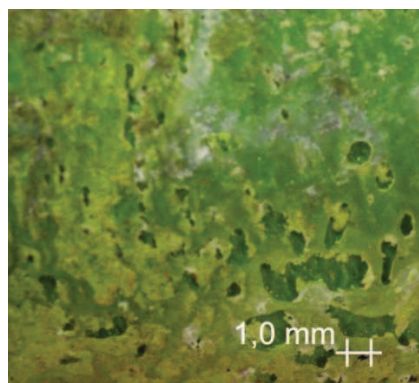


Abbildung 4-70: Probestück I, Schlauchliner, feinporige Lufteinschlüsse im Harz



Abbildung 4-71: Probestück I, Schlauchliner, zusammenhängender Lufteinschluss

Die Kurzliner lassen sich ebenfalls über den Großteil des Umfangs leicht vom Altrohr trennen. Bei drei Probestücken ist jedoch im Gegensatz zu den Schlauchlinern ein guter Verbund im Scheitel- und Sohlbereich zu verzeichnen. Dort sind die Liner nur durch erhöhten Kraftaufwand zu entfernen. Bei der Probe II mit Ringspalt besteht kein Verbund im Bereich der Sohle. Nach der Trennung des Liners der Probe VII vom Altrohr fallen sowohl im Scheitel- als auch im Sohlbereich großflächige Lufteinschlüsse im Harz auf (siehe Abbildung 4-72). Hier besteht ebenfalls kein Verbund des Liners zur Rohrwandung.

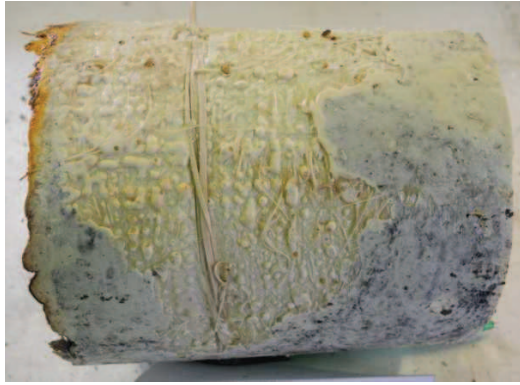


Abbildung 4-72: Probestück VII, Sohlbereich, Lufteinschluss im Harz

Bei einem mangelnden Verbund zwischen Altrohr und Liner-Werkstoff besteht die Gefahr der Hinterläufigkeit. Hierdurch kann es zu einer fortschreitenden Schädigung des Verbundes bis zur vollständigen Ablösung und Bildung eines durchgehenden Ringspaltes kommen. Eine Dichtwirkung, die Exfiltration und Infiltration verhindert, ist dann nicht mehr vorhanden. Weiterhin können in den Ringspalt Wurzeln einwachsen und dort durch Wachstum eine Sprengwirkung erzeugen, die zur Zerstörung des Liners führt. Gerade bei Kurzlinern mit kurzer Länge besteht darüber hinaus die Gefahr einer vollständigen Ablösung.

Werkstoffeigenschaften

Faserverstärkte Kunststoffe gehören zur Gruppe der Verbundwerkstoffe. Das Verbundmaterial der Liner besteht aus den beiden Komponenten Harz und Fasermatte. Die hier untersuchten Schlauchliner bestehen aus Harz und einem Polyestergewebe, während sich das Verbundmaterial der Kurzliner aus Harz und Glasfasermatten zusammensetzt. Das Harz übernimmt die Funktion einer zusammenhaltenden Matrix, während die Faser oder das Gewebe die festigkeitsgebende Komponente darstellt. Bei der im Folgenden dargestellten Untersuchung der Proben werden die Dichte und der Glasgehalt ermittelt.

Dichte

Die Dichte wird mit einem Pyknometer in Anlehnung an DIN EN ISO 18753 bestimmt. Das Messprinzip beruht auf der Wägung der durch einen Feststoff verdrängten Messflüssigkeit aus dem Pyknometer-Glaskolben (siehe Abbildung 4-73).

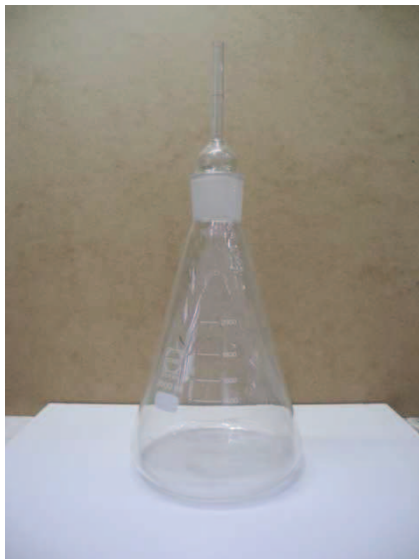


Abbildung 4-73: Pyknometer zur Dichtebestimmung

Die Dichte des Feststoffes ergibt sich nach der Wägung aller erforderlichen Bestandteile zu:

$$\rho_F = \frac{(m_1 - m) \cdot \rho_w}{(m_3 - m) - (m_2 - m_1)} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

- mit:
- m = Masse des Pyknometers (gereinigt, getrocknet) [g]
 - m_1 = Masse des Pyknometers mit getrockneter Probe [g]
 - m_2 = Masse des Pyknometers mit Probe und Messflüssigkeit [g]
 - m_3 = Masse des Pyknometers mit Messflüssigkeit [g]

Die Ergebnisse der Dichtebestimmung sind in Tabelle 4—11 dargestellt.

Glasgehalt

Zur Bestimmung des Glasgehaltes werden jeweils zwei Probestreifen in Anlehnung an DIN EN ISO 1172 in einem Muffelofen auf etwa 625° erhitzt. Der Transformationsbereich von Glas beginnt bei etwa 600°, so dass nur der Anteil organischer Stoffe verbrennt (Glühverlust). Nach dem Erhitzen verbleibt der Anteil mineralischer Bestandteile als Glasgehalt. Die Bestimmung des Glasgehaltes erfolgt ausschließlich an den Kurzlinern, da deren Tragschicht aus glasfaserverstärktem Kunststoff besteht. Die Tragschicht der Schlauchliner (hier BRAWOLINER®) besteht hingegen aus einem Polyestertextilsubstrat, das mit dem Harz komplett verbrennt.

Die nachfolgende Tabelle 4—11 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse aus der Bestimmung der Dichte und des Glasgehaltes.

Tabelle 4—11: Übersicht Dichte und Glasgehalt

Probestück	Dichte [g/cm³]	Mittlerer Glasgehalt [%]
I	1,096	-
II	1,543	74,89
III	1,506	63,14
IV	1,750	71,40
V	1,389	-
VI	1,688	57,90
VII	1,742	55,02

Die beiden Schlauchlinerproben I und V weisen niedrigere Dichten als die Kurzlinerproben auf. Die bauaufsichtliche Zulassung des DIBt für das Sanierungsverfahren BRAWOLINER® weist für den ausgehärteten Polyesterfaser-Harzverbund eine Dichte von $1,163 \text{ g/cm}^3 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$ aus. Die um etwa 6 % geringere Dichte des Probestücks I kann durch den bereits im vorigen Kapitel festgestellten hohen Gehalt an Luftporen begründet werden. Am Probestück V sind keine Lufteinschlüsse zu erkennen, es stellt sich vielmehr eine homogene glattflächige Oberfläche dar. Ein hoher Harzanteil kann zu einer höheren Dichte des Produktwerkstoffs führen.

Aus den Sanierungsdokumentationen der mit Kurzliner sanierten Probestücke geht in keinem Fall das verwendete Produkt oder Kurzlinerverfahren hervor. Im Rahmen einer Recherche zu marktüblichen Kurzlinerverfahren konnte für die Dichte und den Glasgehalt der End-

produkte eine große Bandbreite an Angaben ermittelt werden. Die vorliegenden Proben liegen mit ihren jeweiligen Dichten und Glasgehalten in dieser Bandbreite. Probe II hat mit 74,89 % den größten mittleren Glasgehalt. Probe IV liegt mit einem mittleren Glasgehalt von 71,40 % etwa in der gleichen Größenordnung. Die Proben III, VI und VII weisen einen um etwa 15 % - 25 % kleineren mittleren Glasgehalt auf. Es fällt auf, dass die Probestücke VI und VII zwar eine im Vergleich hohe Dichte, aber die niedrigsten Glasgehalte aufweisen. Messfehler können durch redundante Messungen ausgeschlossen werden. Dieser Umstand kann im Rahmen dieses Forschungsberichtes abschließend nicht erklärt werden.

4.2.3.4.4 Drei-Punkt-Biegeversuch

Die auf den sanierten Kanal einwirkenden Kräfte können statischer wie dynamischer Art sein. Aussagen über die Festigkeit und das Materialverhalten können ein Indiz für die Haltbarkeit und Belastungsfähigkeit sein.

Die Proben werden deshalb einem Dreipunkt-Biegeversuch in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4 auf einer Zwick ProLine Z005 Tisch-Prüfmaschine unterzogen. Die Länge der Prüfkörper beträgt 80 mm, ihre Breite 10 mm. Es werden jeweils drei Probekörper pro Probestück untersucht. Dabei werden die aufgewendete Kraft und die Verformung elektronisch aufgezeichnet (siehe Abbildung 4-74). Die Vorkraft beträgt 5 N.



Abbildung 4-74: Probekstück zwischen Auflager und Druckfinne, Prüfmaschine Zwick ProLine Z005

Es sollen zunächst die Ergebnisse der Versuche an den beiden Schlauchliner-Proben betrachtet werden. Abbildung 4-75 zeigt das Kraft-Verformungs-Diagramm der drei Probestreifen des ersten Probestücks.

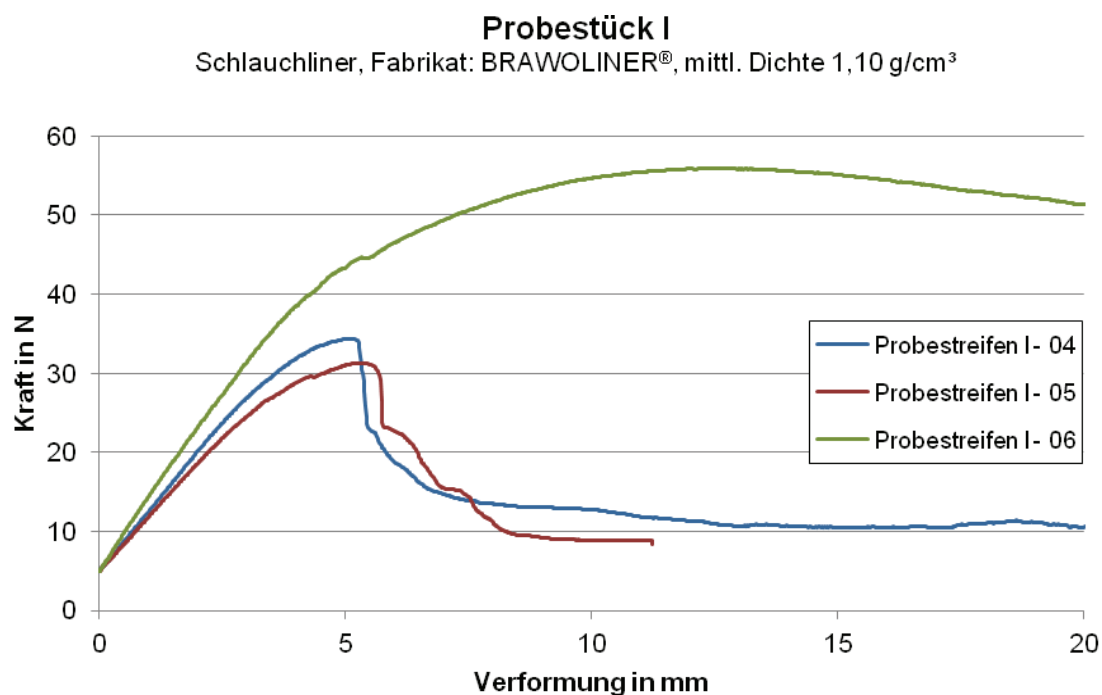


Abbildung 4-75: Probestück I, Kraft-Verformungs-Linien

Während die Messkurven der Probestreifen I-04 und I-05 einen zueinander ähnlichen Verlauf aufweisen und bei etwa 30 bis 34 N und einer Verformung von etwa 6 mm unmittelbar abfallen, zeigt die Kurve des Probestreifens I-06 einen anderen Verlauf. Dieser Probestreifen versagt bei etwa 56 N und einer Verformung von 14 mm.

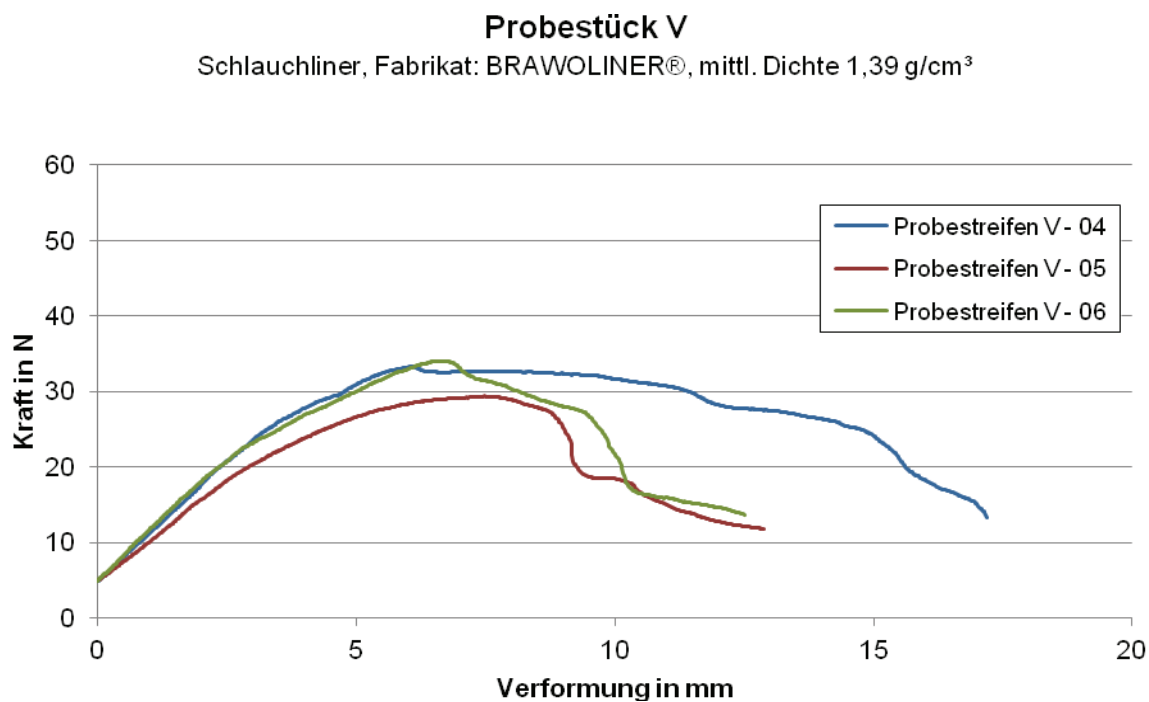


Abbildung 4-76: Probestück V, Kraft-Verformungs-Linien

Abbildung 4-76 zeigt die Kraft-Verformungs-Linien der zweiten Schlauchliner-Probe, Probestück V. Die Probestreifen erreichen bei zueinander ähnlichen Verläufen ihrer Kraft-Verformungslinien eine mittlere Bruchkraft von etwa 30 N bei einer Stauchung von etwa 7 mm. Die Messkurven zeigen eine nur leicht abnehmende Restbiegekapazität über den Bruchpunkt hinaus.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Kurzliner-Proben verglichen. Abbildung 4-77 zeigt das Spannungs-Dehnungs-Diagramm der drei Probestreifen des Probestücks II.

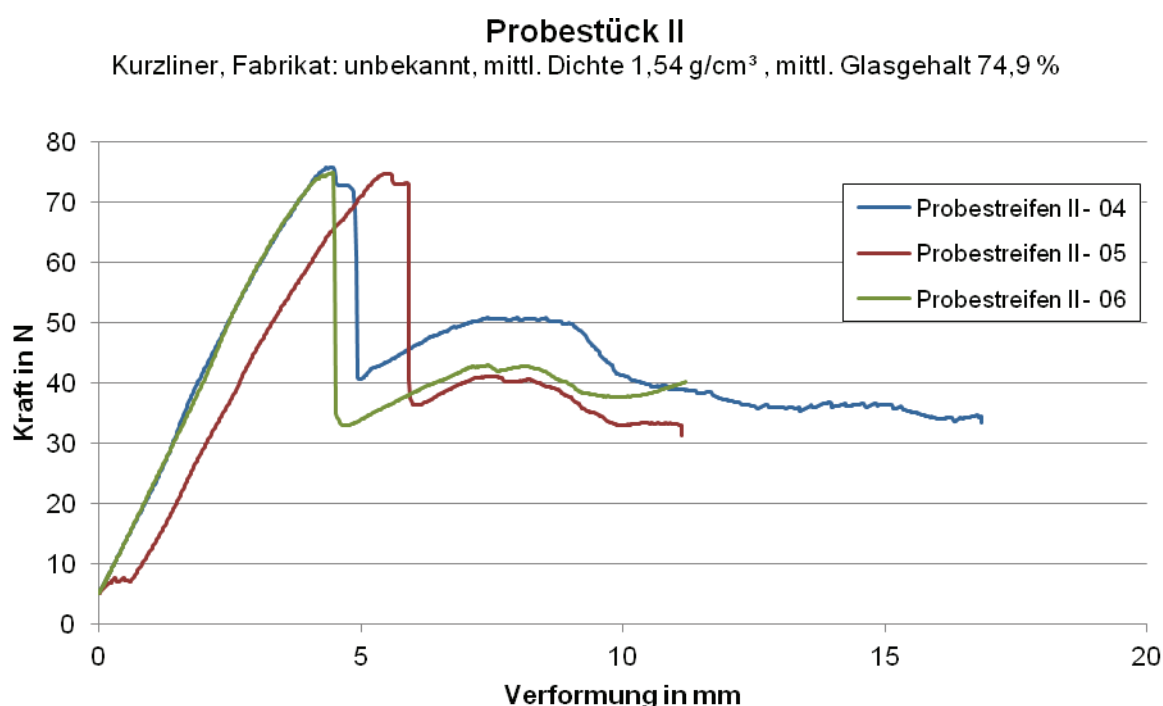


Abbildung 4-77: Probestück II, Kraft-Verformungs-Linien

Alle Probestreifen brechen in vergleichbarer Weise unmittelbar bei einer Bruchkraft von etwa 75 N und einer Verformung von etwa 4,5 bis 6 mm. Nach dem Bruch übernehmen die Glasfasern eine Resttragfähigkeit von im Mittel etwa 45 N.

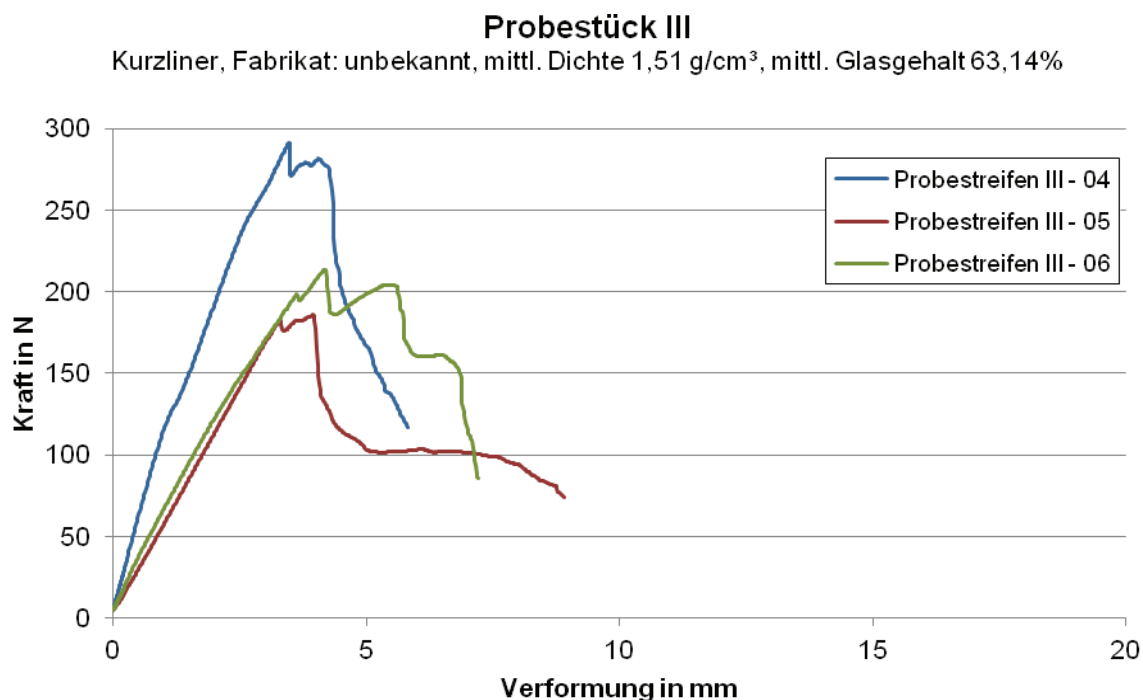


Abbildung 4-78: Probestück III, Kraft-Verformungs-Linien

Die Messkurven der Probestreifen des Probestücks III (siehe Abbildung 4-78) weisen einen ähnlichen Verlauf auf. Nach dem Bruch bei einer Verformung von etwa 4 mm fallen die Kraft-Verformungs-Kurven zunächst ab. Das Material hält danach kurzzeitig den Wert der Biege-Verformungs-Kurven zunächst ab. Die Bruchkräfte der Probestreifen liegen mit über 170 N deutlich über den bisher gezeigten Auswertungen der Probestücke I, V und II. Probestreifen III-04 erreicht eine Bruchkraft mit etwa 290 N die höchste Belastbarkeit aller Proben.

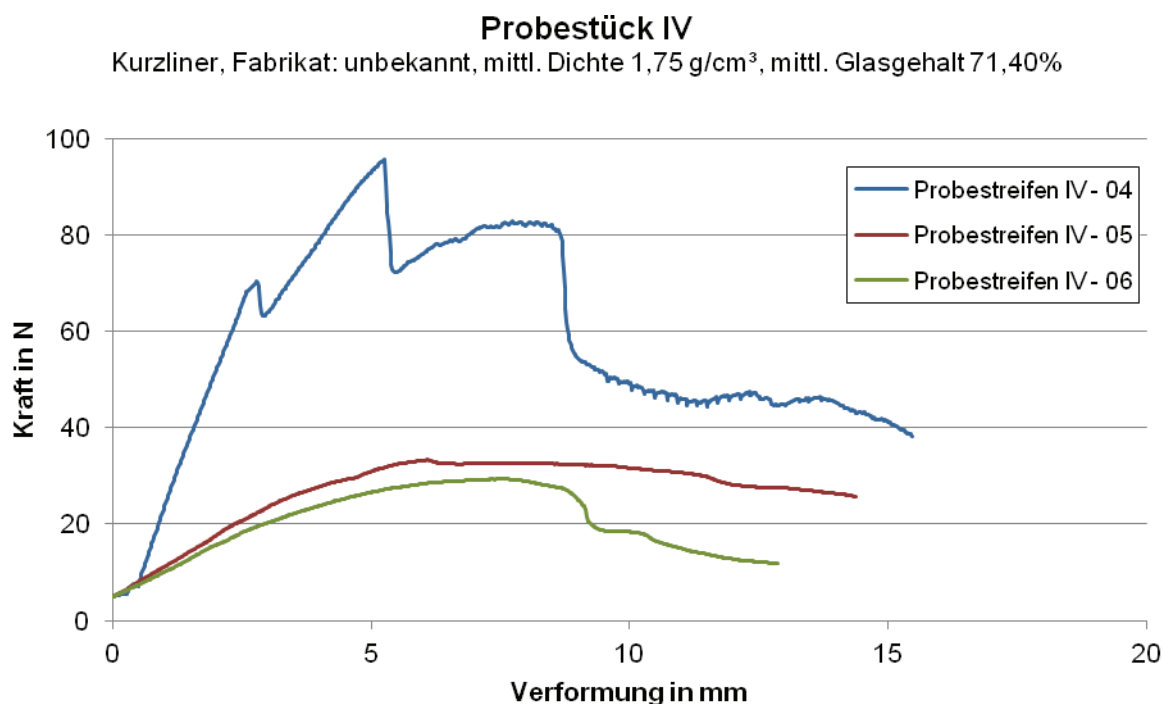


Abbildung 4-79: Probestück IV, Kraft-Verformungs-Linien

Die Messkurven der Probestreifen 05 und 06 des Probestücks IV weisen einen ähnlichen Verlauf auf. Die Bruchkraft beträgt etwa 30 N bei einer Verformung von 6 bis 7 mm (siehe Abbildung 4-79). Probestreifen 04 zeigt ein anderes Werkstoffverhalten. Seine Bruchkraft ist mit etwa 93 N drei Mal größer als bei den Vergleichsprobestreifen. Erst bei 10 mm Verformung fällt die Messkurve mit geringerer Resttragwirkung ab, die mit etwa 48 N noch etwa 1,5-mal größer als die Bruchkraft der Vergleichsprobestreifen ist.

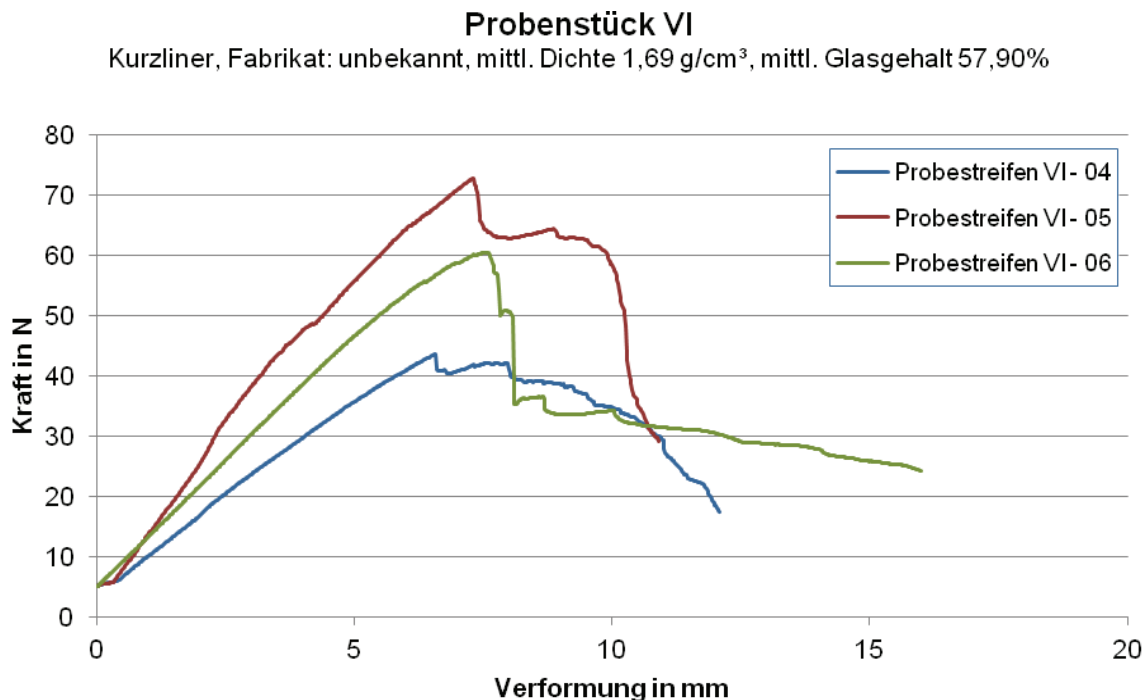


Abbildung 4-80: Probestück VI, Kraft-Verformungs-Linien

Die Messkurven der Probestreifen des Probestücks VI weisen unterschiedliche Verläufe auf (siehe Abbildung 4-80). Die Bruchkraft der Probe 05 ist mit etwa 73 N fast 1,7-mal größer als die der Probe 06.

Bei dem in Abbildung 4-81 dargestellten Probestück VII weisen alle drei Messkurven einen zueinander ähnlichen Verlauf auf. Probestreifen 01 hat mit etwa 197 N eine rund 10 % höhere Bruchkraft als die Vergleichsprobestreifen (etwa 179 N). Die Bruchkraft wird bei allen Probestreifen bei einer Verformung von etwa 6 mm erreicht.

Die Ergebnisse der durchgeführten Dreipunkt-Biegeversuche fallen unabhängig vom eingesetzten Sanierungsverfahren sehr unterschiedlich aus. So sind nicht nur im Vergleich der verschiedenen Probestücke untereinander, sondern auch innerhalb der Prüfkörper eines Probestücks zum Teil erhebliche Abweichungen im Kraft-Verformungs-Verhalten sowie in der Höhe der Bruchkraft zu verzeichnen. Die Messungen geben einen Hinweis darauf, dass die Ausführungsqualität großen Schwankungen unterliegt. Ursachen für das indifferente Werkstoffverhalten können eine ungleichmäßige Harzverteilung im Verbundwerkstoff sowie eine nicht fachgerecht hergestellte Harz-Härter-Mischung oder ein hoher Luftporenanteil sein.

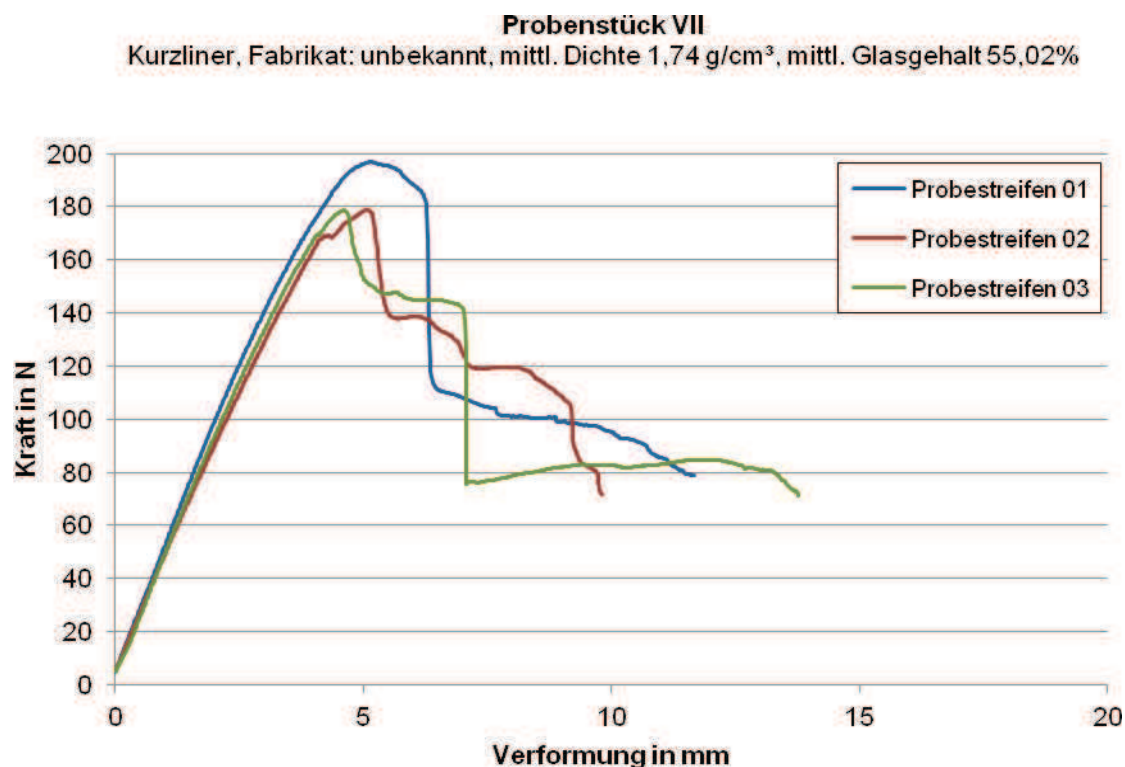


Abbildung 4-81: Probestück VII, Kraft-Verformungs-Linien

4.2.4 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Im Durchschnitt befinden sich 63 % der sanierten Leitungslängen im Eigentum der WBG A und nur 37 % im Eigentum der WBG B. Über 60 % der Objekte weisen mehr als zwei Merkmalkodierungen auf. Bei gut 20 % der Objekte sind es sogar vier oder mehr Kodierungen. Überschlüssig sind damit ca. 50 % der sanierten Leitungslänge mit Merkmalkodierungen versehen und entsprechen somit nicht der Vorstellung einer einwandfreien GEA. Dabei unterscheidet sich die Anzahl der Merkmalkodierungen kaum zwischen den Eigentümern, wohl aber zwischen den Bauunternehmen.

Besonders häufig sind die Merkmale „Unterbogen“ und „Verfärbung“, wobei diese i.d.R. keine Undichtigkeiten verursachen. Bei der offenen Bauweise treten signifikant viele Unterbögen auf. Allerdings ist insgesamt das Kurzlinerverfahren im Vergleich mit den anderen Verfahren das Verfahren mit den meisten zu vergebenden Merkmalen. Bei den Linerverfahren folgen dann das Schlauchliner- und das Langlinerverfahren. Langliner werden zu über 70 % bei WBG B eingesetzt und eben bei diesem Eigentümer treten dort auch die meisten Schäden auf. Es kann vermutet werden, dass die Fokussierung auf ein Produkt nicht die evtl. zu erwartende Qualitätssteigerung zur Folge hat.

Die offene Bauweise weist die wenigsten Merkmalkodierungen auf, die Undichtigkeiten erwarten lassen. Allerdings liegt nur ein geringer Probenumfang vor. Hinsichtlich Unterbögen und Verfärbungen ist dieses Verfahren aber Spitzenreiter.

Die Ergebnisse zeigen aber darüber hinaus, dass für eine qualitativ hochwertige Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen der Einfluss des Sanierungsunternehmens deutlich größer zu sein scheint als der Einfluss des Auftraggebers bzw. Eigentümers.

Fast alle Merkmale hätten auch bereits bei einer optischen Abnahme oder bei einer erneuten Inspektion vor Ende der Gewährleistungsfrist festgestellt werden können. Einzige Ausnahme bilden die Verfärbungen. Diesen im Hochbau üblichen Untersuchungen sollte also im Interesse des beauftragenden Eigentümers deutlich mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Langlebigkeit der sanierten Entwässerungssysteme kann so sehr einfach verbessert werden; auch weil die durchführenden Firmen unmittelbar Erkenntnisse aus den Untersuchungen ziehen können.

Die Auswertung der physikalischen Dichtheitsprüfungen ergibt, dass nur ca. 37 % (Luft) bzw. 38 % (Wasser) der getesteten sanierten Leitungsabschnitte diese Prüfung bestehen. Bei der Luftdruckprüfung spielt es dafür keine Rolle, ob der Übergang zum Altrohr geprüft wird oder nicht. Bei der Wasserdrukprüfung ist hier kein eindeutiger Trend festzustellen. Allerdings ist der Probenumfang auch sehr gering.

Der Vergleich der Ergebnisse der optischen und physikalischen Dichtheitsprüfungen zeigt, dass hier kein unmittelbarer Zusammenhang besteht.

Die Untersuchung der im Rahmen des Forschungsprojektes entnommenen Probestücke lässt unterschiedliche Fehlerquellen bei der Sanierung mit vor Ort hergestellten Lining-Produkten wie Schlauch- und Kurzlinern erkennen.

Bei den Schlauchlinerproben aus Bogenstücken werden Faltenbildungen erkannt, deren Größe in beiden Probestücken deutlich über den in den jeweiligen DIBt-Zulassungen vorgegebenen Werten liegt. Bei ausführlicher Vorplanung und fachlich korrekter Ausführung des Bauverfahrens ist die Ausprägung der Faltenbildung in einem gewissen Umfang beherrschbar. Bei Überschreitung der vorgeschriebenen Grenzwerte für Maß und Verteilung der Falten ist mit betrieblichen Einschränkungen zu rechnen.

Zur Betriebssicherheit zählt neben den statischen Eigenschaften auch der Verbund zum Altrohr. Dieser Verbund sichert den Halt des Liners an der Einbaustelle und verhindert die Ringspaltbildung und damit die Gefahr von Hinterläufigkeit und Wurzeleinwuchs.

Zur Sicherung eines guten Verbundes muss die Leitung vor der Sanierung mit einer Hochdruckspüleinheit gereinigt werden. Auch muss bestehender Wurzeleinwuchs vollständig entfernt werden. Das Harz muss blasenfrei angesetzt und gleichmäßig auf und im Trägermaterial verteilt werden. Nur so lassen sich verbundschwächende Lufteinschlüsse auf der zum Altrohr gewandten Seite des Liners vermeiden. Die Verbundwirkung kann zusätzlich erhöht werden, indem die Innenfläche des Altrohres an den betreffenden Stellen vor der Sanierung mit geeigneten Werkzeugen angeraut wird.

Bei der Betrachtung der statischen Eigenschaften aller Proben fällt auf, dass die Messreihen innerhalb einer Probe zum Teil stark voneinander abweichen. Dies betrifft nicht nur die erreichte Bruchkraft, sondern auch den Verlauf der Messkurven. Insgesamt lassen die Unterschiede der Bruchkraftniveaus der Kurzliner und Schlauchliner untereinander sowie in der Gesamtbetrachtung keine eindeutige Zuordnung in die eine oder andere Gruppe der Sanierungsverfahren zu. Auch der Zusammenhang zwischen Dichte, Glasgehalt und den Ergebnissen aus den Drei-Punkt-Biegeversuchen lässt sich nach den erfolgten Prüfungen und der begrenzten Anzahl an Probestücken nicht eindeutig darstellen.

Bei der Herstellung von Schlauch- sowie Kurzlinern ist die fachgerechte Ausführung Voraussetzung für den Sanierungserfolg. Nur die richtige Materialzusammensetzung, die Zubereitung der Harz-Härter-Mischung, die Vorbereitung des Altrohres, die Einbringung des Liners in das Altrohr an der richtigen Position, die vollständige Aushärtung sowie die Ausführung abschließender Arbeiten wie das Auffräsen von Abzweigen, Schaffung der Übergänge sowie die dokumentierte Abnahmebefahrung durch eine TV-Inspektion und eine Dichtheitsprüfung führen zu einer fachgerechten Sanierung mit einem Liner.

Die Untersuchungsergebnisse der Stichproben lassen den Schluss zu, dass der derzeitige Qualitätsstandard bei Kurz- und Schlauchlinern aufgrund der mangelhaften Ausführung oft unzureichend ist und die Nutzungsdauern in einem breiten Schwankungsbereich liegen werden.

5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

5.1 Kosteneffizienz vor dem Hintergrund unterschiedlicher Nutzungsdauern

Als Kosteneffizienz wird das Verhältnis der entstehenden Kosten zu dem erzielten Nutzen einer Investition bezeichnet. Im Bereich unternehmerischer Zielgrößen bedeutet dies nach dem Extremumprinzip Kosten zu senken und den Gewinn zu steigern. Übertragen auf die Sanierung von GEA ergeben sich Kosten aus der Investition zur Überprüfung und Sicherstellung der Dichtheit. Der Nutzen ergibt sich primär aus der Vermeidung von Grundwasserinfiltration bzw. Abwasserexfiltration, Sicherung der Vorflut sowie der Standsicherheit vor Ort. Die monetäre Bewertung dieses Nutzens hingegen ist tendenziell eher schwierig. So kann beispielsweise eine Reduktion des undichtigkeitsbedingten Fremdwassers eine Betriebskostensparnis auf der Kläranlage bewirken. Diese Einsparung müsste jedoch wiederum einzugsgebietsspezifisch auf die jeweilige GEA veranlagt werden, um in einer sanierungsscharfen Kosten-Nutzen-Rechnung berücksichtigt werden zu können. Da die Dichtheit jedoch auch langfristig gewährleistet werden muss, kann die Dauerhaftigkeit bzw. Nutzungsdauer als qualitatives Bewertungskriterium einer Sanierungsmaßnahme herangezogen werden. Demnach kann bei der Bewertung der Kosteneffizienz von Sanierungen das Verhältnis der Kosten zur realen Nutzungsdauer gewählt werden. Die Kosteneffizienz steigt somit bei finanziell sehr günstig umzusetzenden Sanierungsverfahren bzw. langen Nutzungsdauern.

5.1.1 Kosten der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen

Die Kapitalkosten einer Sanierung ergeben sich aus den Investitionskosten für eine Sanierung. Diese Investitions- bzw. aufgrund von Abnutzungen stetig wiederkehrenden Reinvestitionskosten setzen sich aus den unterschiedlichen Einzelmaßnahmen zusammen. Hierzu zählen:

- Zustands- und Funktionsprüfung der GEA vor der Sanierung bzw. bei Ablauf der erwarteten Nutzungsdauer
- Planung und fachliche Unterstützung
- Durchführung der Sanierungsmaßnahme
- Dichtheitsprüfung und optische Prüfung nach der Sanierung

5.1.1.1 Zustands- und Funktionsprüfung vor und nach einer Sanierung

Zum Nachweis der Dichtheit bzw. als Grundlage für die Sanierungsplanung fallen Kosten für die optische bzw. physikalische Zustands- und Funktionsprüfung an. In Tabelle 5—1 sind die ermittelten und publizierten Kosten dargestellt. Es zeigt sich, dass diese Kosten nur geringfügig voneinander abweichen. Für eine optische Inspektion kann demnach mit Kosten zwischen 20 € und 25 € pro Meter Leitung gerechnet werden, wobei der leicht geringere Preis

der Wohnungsbaugesellschaften auf kostengünstigere Pauschalangebote zurückzuführen ist. Die Kosten für physikalische Dichtheitsprüfungen beziehen sich auf die gesamte Grundstücksentwässerungsanlage. Der Kostenbereich von 200 bis 500 € zeichnet sich hier bei allen Quellen deutlich ab. Bei der Untersuchung von 55 Grundstücken in Solingen durch die Entsorgungsbetriebe ergaben sich nach einer Ausschreibung im Mittel zusätzliche Kosten für die Leitungsreinigung in Höhe von 150 € pro Grundstück (Müller, 2006). Insbesondere im privaten Bereich können diese Kosten durch den Zusammenschluss mehrerer Grundstückseigentümer deutlich zum unteren Preisniveau hin gesenkt werden.

Tabelle 5—1: Inspektionskosten von Grundstücksentwässerungsleitungen

Quelle	Prüfverfahren	Kosten
WBG A, WBG B	Optische Inspektion	i.M. 21,50 €/m
WBG A, WBG B	Dichtheitsprüfung	i.M. 219 €
Plettenberg	Optische Inspektion	i.M. 25 €/m
Alsdorf	Dichtheitsprüfung	200-500 €
Dülmen	Dichtheitsprüfung	200-500 €
Köln	Dichtheitsprüfung	250-500 €
München	Dichtheitsprüfung	300 €
Kassel	Dichtheitsprüfung	200-500 €

5.1.1.2 Planung und fachliche Unterstützung

Wird die Sanierungsmaßnahme durch Ingenieure und Fachpersonal begleitet, fallen hierbei ebenfalls Kosten an. Die Göttinger Entsorgungsbetriebe haben hierzu die in Tabelle 5—2 aufgeführten Kosten zusammengestellt (Jütting, 2011).

Tabelle 5—2: Kosten der Sanierungsbegleitung durch einen Ingenieur (nach Jütting, 2011)

Position	Kosten
Untersuchung des Grundstücks	220 €/Grundstück
Weitergehende Untersuchungen	15 €/m
Sanierungskonzept, Beratung, Maßnahmenfestlegung	540 €/Grundstück
Begleitung und Abnahme der Baumaßnahme	520 €/Grundstück

Demnach wäre für die gesamte Qualitätssicherung durch eine Fachkraft mit Kosten in einer Größenordnung von 1.280 € pro Grundstück zu rechnen. Eine ähnliche Größenordnung wird auch aus Sicht eines Ingenieurbüros angesetzt. Der durchschnittliche Aufwand durch Vor-Ort-Termin, Sanierungsplanung, Bauleitung, Abnahme und Dokumentation wird vom Ingenieurbüro IWP mit 16,5 Stunden angegeben (Tempelmann, 2009). Wird hierbei ein Stundensatz für ingenieurmäßige Arbeiten von 80 € zugrunde gelegt, ergeben sich für die Begleitung Kosten in Höhe von 1.320 €.

Bei der Überprüfung von 356 Grundstücken in einem Pilotgebiet wurde der mittlere Aufwand für die Sanierungsbegleitung von 282 Grundstücken mit 12,5 Stunden betitelt (Gnädiger, 2012). Bei den untersuchten Gebäuden handelte es sich überwiegend um kleinere Einfamilienhäuser. Es zeigt sich, dass bei einem Zusammenschluss mehrerer Grundstücke insbesondere redundante Kosten (vor Ort-Termine, Bauüberwachung, etc.) deutlich reduziert werden können.

Für die pilothafte Begleitung durch ein kommunales Abwasserentsorgungsunternehmen wurde seitens der StEB eine Kostenabschätzung durchgeführt (Pinnekamp et al, 2007). Die Zusammenstellung der Kosten ist Tabelle 5—3 zu entnehmen.

Tabelle 5—3: Begleitungskosten einer Sanierung durch ein kommunales Abwasserentsorgungsunternehmen (nach Pinnekamp et al., 2007)

Arbeitsschritt	Zeitaufwand	Personalkosten
Verwaltung	9 h pro GEA	40 €/h
Betreuung vor Ort	2 h pro GEA	50 €/h
Abnahme der Dichtheitsprüfung durch einen Ingenieur	1h pro GEA	65 €/h

Insgesamt ergeben sich so Kosten von ca. 525 € pro GEA durch die Sanierungsbegleitung und Qualitätssicherung der StEB.

Zusammenfassend wird deutlich, dass die verschiedenen Untersuchungen einen ähnlichen Zeitaufwand für die Begleitung einer Sanierung ermittelt haben. Die Kostenunterschiede ergeben sich im Wesentlichen aus dem Ansatz unterschiedlich hoher Personalkosten.

5.1.1.3 Durchführung der Sanierungsmaßnahme

Datengrundlage für die folgenden Auswertungen bilden die Kosten, die tatsächlich bei den 172 Objekten anfielen, die im Rahmen des Forschungsprojekts in eine Datenbank eingepflegt wurden.

Zunächst werden die Sanierungskosten verfahrensspezifisch ausgewertet. Dazu zeigt Abbildung 5-1 die spezifischen Kosten der eingesetzten Liningverfahren. Hierbei wurden die Abrechnungen von 331 Kurzlinern, 431 Langlinern sowie 93 Schlauchlinern zu Grunde gelegt. Die Boxplots zeigen die spezifischen Kosten des jeweiligen Sanierungsverfahrens in den 25 % bis 75 %-Perzentilen (Quadrat). Die Whisker werden über den 1,5-fachen Interquartilsabstand definiert, während die Extremwerte als Kreuzsymbol dargestellt sind. Die Kosten für die partielle Reparatur mittels Kurzliner sind als Stückkosten pro verbautem Kurzliner eingezeichnet, welche in einem Perzentil-Bereich von 250 bis 270 € liegen. Die Kosten der weiteren Verfahren liegen mit 150 €/m in einem sehr ähnlichen Spektrum. Die Ausreißer resultieren aus der Tatsache, dass Sanierungen zum Teil pauschal pro Grundstücksentwässerungsanlage abgerechnet wurden. So wurden längere Sanierungsstrecken spezifisch kostengünstiger, während kürzere Strecken spezifisch höhere Kosten aufweisen.

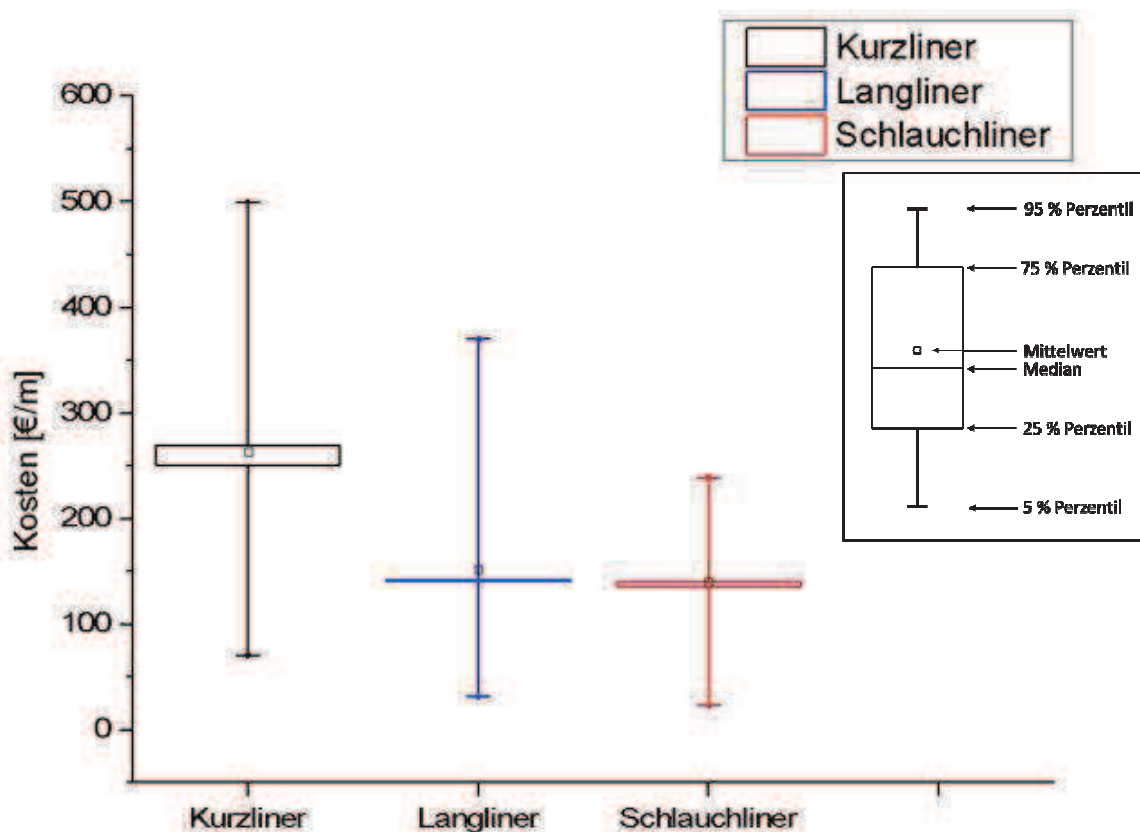


Abbildung 5-1: Spezifische Kosten angewandter Sanierungsverfahren aller Objekte

Die Kosten für weitere eingesetzte Sanierungsverfahren sind in Tabelle 5—4 dargestellt. Neben Sanierungsarbeiten ist zu sehen, dass das Abhängen oder Stilllegen von Leitungen

deutlich kostengünstiger als die Instandsetzung ist. Die Kosten für eine offene Bauweise bzw. Erneuerung sind insbesondere auch von den Baubedingungen und Zugänglichkeiten vor Ort abhängig, können aber unter günstigen Bedingungen mit ähnlichen Kosten wie Reparaturverfahren durchgeführt werden.

Tabelle 5—4: Kosten weiterer Sanierungsverfahren auf Datenbasis der Auswertung von 172 Grundstücken

Arbeitsschritt	Kostenspektrum
Aushub eines Kopfloches	110-560 €
Ein/Ausbau des Bodeneinlaufes	100-320 €
Demontage von Fallleitungen	110-130 €
Arbeiten an der Grundleitung	290-300 €
Abhängen des Rohrs	45-60 €/m
Verfüllung stillgelegter Leitungen	25-55 €/m
Offene Bauweise (partiell)	80-1.076 € 80-256 €/m
Erneuerung	150-210 €/m

Die Projektdaten können auch auf die Kosten zur Sanierung der Leitungen je Grundstück bezogen werden. Bei der folgenden Auswertung wurden allerdings die Positionen Inspektion und Sanierung zusammengefasst. Die Zuordnungsschwelle zu der jeweiligen Säule (volle 1.000 €) erfolgt mit einer Spannweite von 500 € nach oben und unten. Hierbei reicht das Kostenspektrum von unter 1.000 € bis zu 18.000 €. Diese Spanne deckt sich mit anderen Untersuchungen aus Troisdorf und Göttingen. Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4 zeigen die Sanierungskosten, die für einen direkten Vergleich um Inspektionskosten von rund 300-500 € (Jansen, 2011) erhöht werden müssen. Die Kosten im oberen Bereich der Werteskala werden dennoch nur selten erreicht. Im Mittel liegen die Inspektions- und Sanierungskosten für WBG A und WBG B gemeinsam bei 5.795 € bzw. im Median bei 5.430 €, wobei 76 % aller Sanierungen Kosten zwischen 2.000 € bis 7.000 € aufweisen. Eine ähnliche Kostenverteilung ergibt sich bei den Referenzuntersuchungen. In Troisdorf liegen 74 % der Grundstücke in diesem Kostenspektrum und im Mittel bei ca. 5.600 € (zuzüglich Inspektion). Die Kostenuntersuchung in Göttingen weist einen ähnlichen Kostenverlauf auf, wobei dieser mit durchschnittlich 5.900 € pro Sanierung leicht höher liegt und es nicht eindeutig ist, ob diese bereits die Kosten für die Inspektion enthalten.

Grundsätzlich sind die Kosten für Inspektion und Sanierung auch immer unmittelbar von der Gebäudegröße und Leitungslänge abhängig. Für den privaten Grundstückbesitzer mit einem Einfamilienhaus ist daher eine Kostenspanne zwischen 2.000 € bis 7.000 € für die gesamte Sanierung als realistisch einzuschätzen. Zur Bewertung dieser Investitionskosten in Relation zu den Gesamtinstandhaltungskosten von Wohngebäuden kann die Petersche Formel genutzt werden. Hierbei handelt es sich um einen empirischen Ansatz zur Bestimmung der jährlichen Instandhaltungsrücklage von Wohngebäuden genutzt als das 1,5-fache der Baukosten bezogen auf die Nutzungsdauer von angesetzten 80 Jahren. Wird als Vergleichsgröße ein Mehrfamilienhaus mit Bauinvestitionen von 500.000 € in Ansatz gebracht, ergeben sich somit jährliche Rücklagen von 9.375 €. Die Kostenspanne der GEA-Sanierung von 2.000-7.000 € würde somit etwa 1-3 % dieser Rücklagen verursachen (Prämisse: 20 jährliche Inspektion und Sanierung).

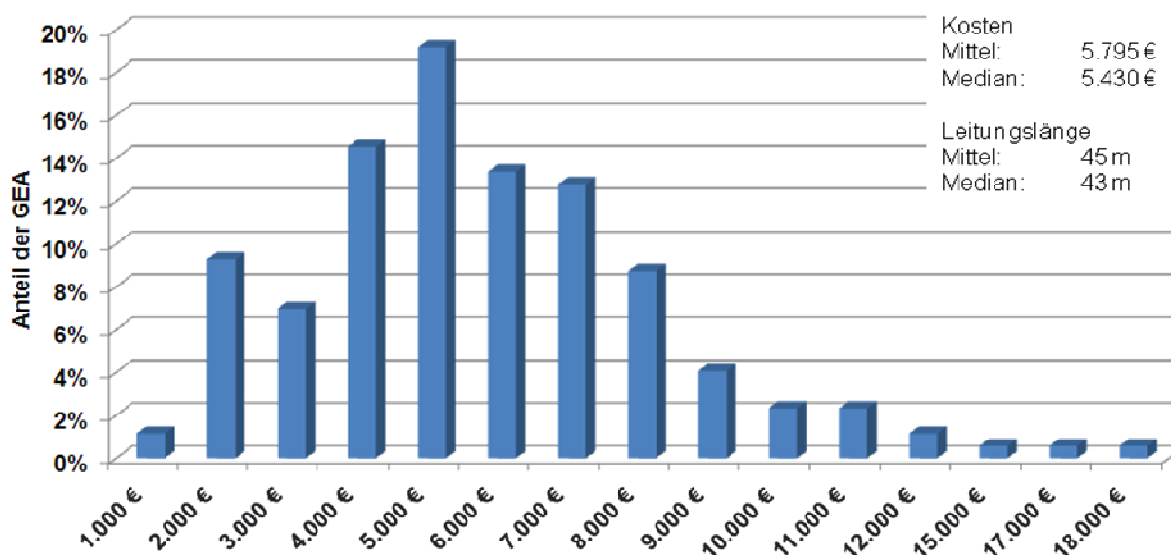


Abbildung 5-2: Kostenverteilung für Inspektion und Sanierung von 172 Grundstücken, erfasst im Rahmen dieses Forschungsprojektes

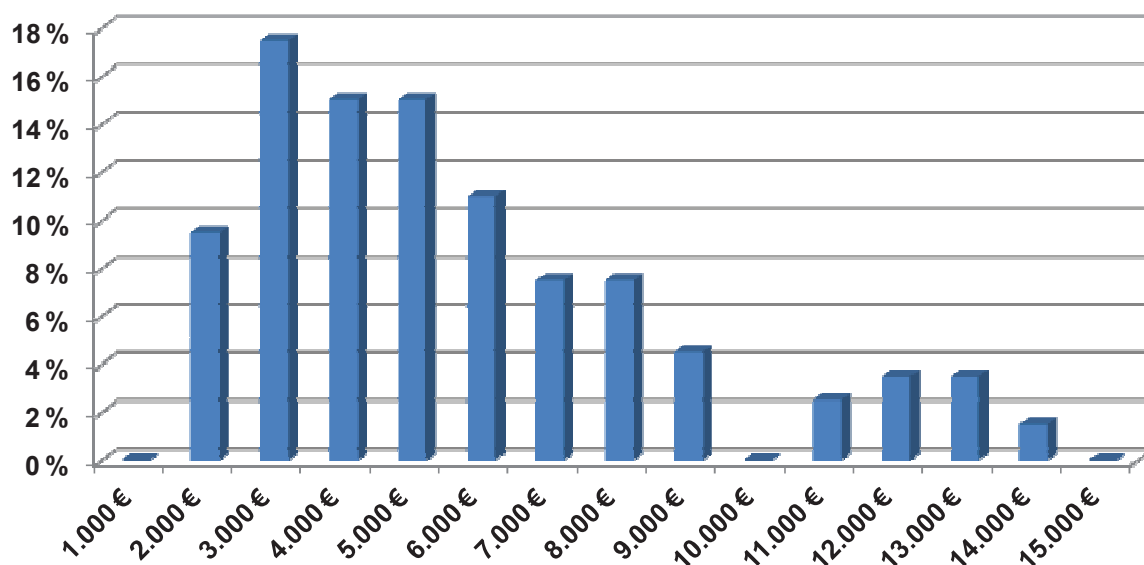


Abbildung 5-3: Kostenverteilung für die Sanierung von 174 Grundstücken in Troisdorf (nach Jansen, 2011)

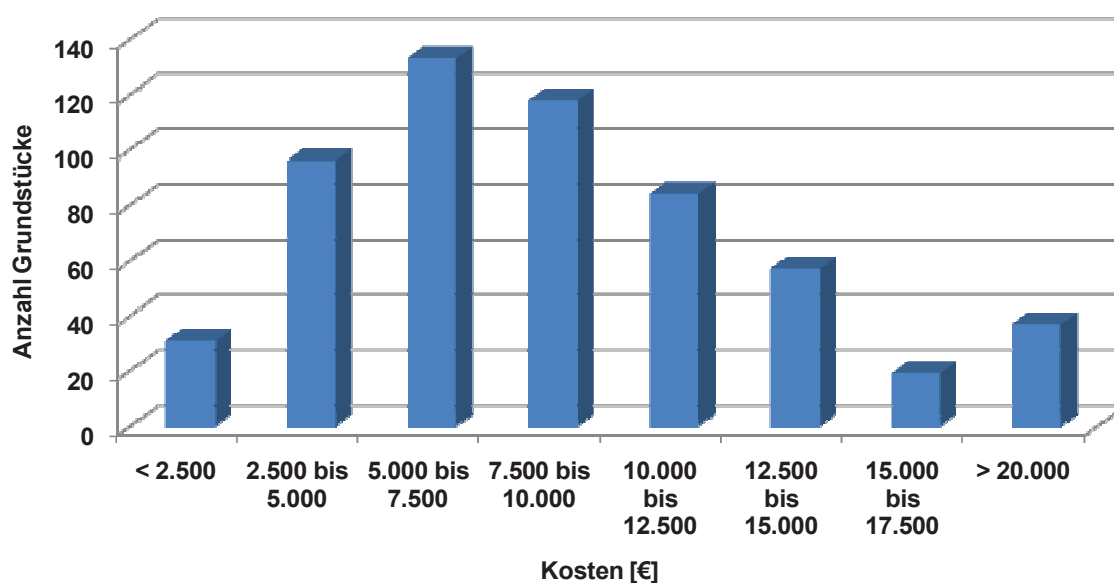


Abbildung 5-4: Kostenverteilung für die Sanierung³ von 706 Grundstücken in Göttingen (nach Ballweg, 2010)

5.1.2 Nutzungsdauer von Sanierungsverfahren

Die Nutzungs- oder Lebensdauer eines Sanierungsverfahrens ist als Grundlage für Wirtschaftlichkeitsberechnungen von besonderem Interesse. Die LAWA gibt für einen neu verlegten Kanal eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 50 bis 80 Jahren an. Zu Kanalsanie-

³ Ob in diesen Kosten auch die Inspektionskosten enthalten sind, kann nicht nachvollzogen werden.

rungen werden aber keinerlei Angaben gemacht. Die Angabe der LAWA lässt (wie viele andere Quellen) allerdings offen, ob es sich bei den Angaben um betrieblich sinnvolle oder technisch mögliche Nutzungsdauern handelt. Im Forschungsvorhaben „Untersuchung der Nutzungsdauer von Abwasserleitungen im öffentlichen Bereich“ wurde eine Übersicht von Nutzungsdauern zusammengestellt (Tabelle 5—5). Allerdings wurde hier nur die Nutzungsdauer neu verlegter Abwasserleitungen untersucht und nicht die Nutzungsdauer von verschiedenen Sanierungsverfahren.

Tabelle 5—5: Nutzungsdauern von Abwasserkanälen aus Praxisbeispielen und Literaturangaben (Pinnekamp et al., 2005)

Quelle	Nutzungsdauer [Jahre]	Anmerkung
Praxisbeispiele im Projekt		
Beispiel Netz 9	69	Den Ermittlungen lagen unterschiedlich große Datenmengen zu Grunde und die Sanierungsanlässe waren zum Teil verschieden.
Beispiel Netz 2	85	
Beispiel Netz 3	66	
Regelwerke		
LAWA-Leitlinien [LAWA 2005]	50 bis 80 (100)	100 Jahre ist der in der Literatur ermittelte Extremwert
ATV-DVWK A 133 [ATV-DVWK 2004]	50 bis 100	Unter bestimmten Randbedingungen können in geschlossener Bauweise Nutzungsdauern über 100 Jahre angesetzt werden.
Untersuchungen zu Nutzungsdauern		
MILOJEVIĆ ET AL. [1999], WOLF [2004]		
Beispiel Netz A	108	Mischsystem
Beispiel Netz B	160	Trennsystem, hoher Fz-Rohranteil
Beispiel Netz C	120	Netz nicht limitiert in hydraulischer Funktion
BAUR, HÖROLD [2001]	135	Teilbereich des Dresdener Kanalnetzes und wenn Zustandsübergang von 2 nach 1 das Ende der Nutzungsdauer definiert.
SAWATZKI [1994]	112	Steinzeugrohre
	108	Betonrohre
Rohrhersteller		
Beton [N.N. 2005 a]	> 100	Die Nutzungsdauern werden unter der Voraussetzung eines sachgemäßen Einbaus und einer bestimmungsgemäßen Nutzung des Abwasserkanals gegeben.
Steinzeug [N.N. 1995].	> 100	
Guss [N.N. 2005 b]	100	
Kunststoff [KRV 2002]	> 100	

Die Studie kommt zu dem Schluss, dass “eine allgemeingültige Aussage zur Nutzungsdauer von [neu gebauten] Abwasserleitungen nicht möglich ist. Die ermittelten Werte können allen-

falls als realistische Größenordnung verstanden werden, die für den Einzelfall zu validieren ist.“ (Müller et al., 2005)

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass betriebswirtschaftliche Planungen, die Ermittlung des Abschreibungssatzes einer neuen Leitung, die Gebührenberechnungen und Sanierungsplanungen schwierig durchzuführen sind, da diese auf den weit streuenden Nutzungsdauerangaben von Herstellern, Behörden und anderen Erfahrungen fußen. Hinzu kommen die unterschiedlichen Definitionen von „Nutzungsdauer“ je nach Betrachtungspunkt. In der technischen Planung ist die Nutzungsdauer als Zeitspanne definiert, „in der die betroffene bauliche Anlage aufgrund ihrer bestimmungsgemäßen technischen Eignung genutzt werden kann“ (Scheffler, Rohr-Suchalla, 2010, S. 37), wohingegen in der betriebswirtschaftlichen Planung von einer betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer ausgegangen wird, in der das Wirtschaftsgut mit großer Wahrscheinlichkeit über einen bestimmten Zeitraum hinweg nutzbar ist, wenn es in der üblichen Form genutzt wird (Scheffler, Rohr-Suchalla, 2010). Sie kann auch als Zeitabschnitt definiert werden, in dem die Kosten der Sanierung noch unter den Neubaukosten liegen (Bosseler et al., 2003).

Im Folgenden wird eine kritische Auseinandersetzung zur Nutzungsdauer für die technische Planung vorgenommen. Grundlage bilden Angaben zur Nutzungsdauer aus Kap. 3.

5.1.2.1 Reparaturverfahren

Kleingrube:

Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine Leitungserneuerung in kleinen Abschnitten. Es ist den Sanierungsfirmen wohl bekannt und aufgrund vielfältiger praktischer Erfahrungen können nach Aussage aller Quellen Nutzungsdauern von 80 bis 100 Jahren ähnlich der Neuverlegung erreicht werden. Zu beachten ist allerdings, dass die Bettung der neu verlegten Teilabschnitte häufig nicht der einer Neuverlegung entspricht und sich so nach relativ kurzer Zeit Unterbögen bilden (vgl. Kap. 4.2.3.2). Daher wird für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen von einer Nutzungsdauer von **80 Jahren** ausgegangen.

Roboterverfahren:

Mit der Bezeichnung „Roboterverfahren“ werden viele verschiedene Verfahren zusammengefasst. Somit ist es nicht möglich, „eine“ Nutzungsdauer für dieses Reparaturverfahren anzugeben. Möglich sind aber Aussagen zu den einzelnen Verfahren.

Hutprofile:

Hutprofile dienen der Einbindungen sanierter Leitungsabschnitte mit einem vor Ort härtenden Laminat. Nach ersten Erfahrungen mit diesem System werden die Einbindelängen vergrößert, so dass heute auch die erste Muffe der abgehenden Leitung mit dem Hutprofil überdeckt wird. So kann eine weitere Quelle für Undichtigkeiten minimiert werden. Bzgl. der Nutzungsdauer kann von **10 Jahren** im Mittel ausgegangen werden.

Injektionsarbeiten, Fräsen und Verspachteln:

30 Jahre mittlere Nutzungsdauer scheinen bei der Injektion von Harzen in Einzelschäden sowie der Verspachtelung von Rissen o.ä. angemessen. Bei Injektionen von Gel ist von einer verkürzten Lebensdauer von im Schnitt **7 Jahren** auszugehen. Das Herausfräsen fester Ablagerungen und von Wurzeln lässt sich hinsichtlich des Nutzungszeitraums nur sehr schwer einschätzen, da der Erfolg von den äußeren Randbedingungen abhängig ist. Dazu zählen die Schnelligkeit des Wurzelwachstums und auch die Betriebsbedingungen der Leitungen. Vereinfachend werden hierfür **20 Jahre** Nutzungsdauer angesetzt.

Flutungsverfahren:

Es gibt noch relativ wenige Betriebserfahrungen mit dem Flutungsverfahren. Im Mittel wird eine Nutzungsdauer von **10 Jahren** angesetzt. Hierbei bleibt aber zu berücksichtigen, dass es wissenschaftliche Untersuchungen gibt, die deutlich kürzere Nutzungsdauern vermuten lassen (z.B. < 4 Jahre (Beyert, 2005)).

Kurz- und Langliner auf Kunstharzbasis:

Liner bis maximal 5 m Länge sind ein sehr häufig eingesetztes Reparaturverfahren. Bei Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit ist davon auszugehen, dass sie im Mittel **10 Jahre** genutzt werden können.

5.1.2.2 Renovierungsverfahren

Rohrstrangverfahren:

Das Rohrstrangverfahren wird bisher nur recht selten eingesetzt. Betriebserfahrungen in ausreichendem Umfang fehlen insb. für kleine Durchmesser der Grundstücksentwässerung. Als vorsichtige Annahme wird von einer mittleren Nutzungsdauer von **70 Jahren** ausgegangen.

Schlauchliningverfahren:

Die Angaben in der Literatur schwanken zwischen 20 und mehr als 50 Jahren Nutzungsdauer, wobei diese Extremwerte zum einen die Erfahrungsdauer und zum anderen die Erwartungen an die Statik einer sanierten Leitung widerspiegeln. Unter diesen Umständen kann eine mittlere Nutzungsdauer von **50 Jahren** erwartet werden.

5.1.2.3 Erneuerungsverfahren

Offene Bauweise:

Die Nutzungsdauer entspricht im Wesentlichen der einer neu gebauten Leitung und liegt damit im Mittel bei **80 Jahren**.

Berstlining:

Vergleichbar zur Neuverlegung verhält sich auch das Berstliningverfahren. Da das Altrohr zertrümmert und in das Erdreich verdrängt wird, kann es zu einer Verbesserung der Bettung kommen. Im Mittel ist von einer Nutzungsdauer von **80 Jahren** auszugehen.

Microtunnelingverfahren

Dieses Tunnelbohrverfahren ist nicht auf die bestehende Trasse der alten Leitung angewiesen. Dadurch, dass ein ganz neues Leitungssystem entsteht, wird eine Nutzungsdauer von **80 Jahren** erwartet.

Zugängliche Installation:

In Übereinstimmung mit der Literatur wird eine Nutzungsdauer von **50 Jahren** angesetzt. Es handelt sich zwar grundsätzlich um eine neu verlegte Leitung, aber das neue Leitungssystem ist auch leicht erhöhten Gefahren ausgesetzt. Die Schutzwirkung (z.B. vor mechanischen Belastungen) durch den umgebenden Boden fehlt.

5.1.3 Wirtschaftlichkeit von Sanierungsverfahren

Die Gesamtwirtschaftlichkeit einer Sanierung ist sowohl von den Investitionskosten als auch von der Nutzungsdauer abhängig. Quantifiziert werden kann dieser Zusammenhang über die Jahreskosten einer Investition. Im Folgenden (Abbildung 5-5) sind die Jahreskosten unterschiedlicher Sanierungsverfahren in Relation zur Nutzungsdauer dargestellt. Die Ordinate stellt hierbei die spezifischen Jahreskosten einer Maßnahme dar. Die Spannweite ergibt sich aus den Preisdifferenzen. Die spezifischen Kosten beziehen sich hier nur auf das Sanierungsverfahren, weitere Kosten wie beispielsweise die Befahrungskosten sind hierbei nicht berücksichtigt. Abbildung 5-5 zeigt die spezifischen Jahreskosten von drei Reparaturverfahren auf Basis der Datenerhebung in diesem Projekt. Grundsätzlich wird bei diesen Reparaturverfahren mit einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von fünf bis zehn Jahren gerechnet. Abhängig von der Qualität der Ausführung und somit der Nutzungsdauer (5-10 Jahre) bestehen deutliche Unterschiede hinsichtlich der Jahreskosten. Die partielle Reparatur mit Kurzlinern ist hierbei mit 52-59 €/m·a (5 Jahre) bzw. 28-32 €/m·a (10 Jahre) das spezifisch kostenintensivste Verfahren. Der Langliner stellt sich mit 31-35 €/m·a (5 Jahre) bzw. 16-19 €/m·a (10 Jahre) spezifisch ca. 40 % kostengünstiger dar. Das Flutungsverfahren ist in vorhandenen Unterlagen jedoch pauschal für ganze Straßenzüge abgerechnet worden. Daher sind die verhältnismäßig geringen Kosten von 17-22 €/m·a (5 Jahre) bzw. 9-12 €/m·a (10 Jahre) kaum vergleichbar. Bei Einzelausführungen ist voraussichtlich mit deutlich höheren Kosten zu rechnen.

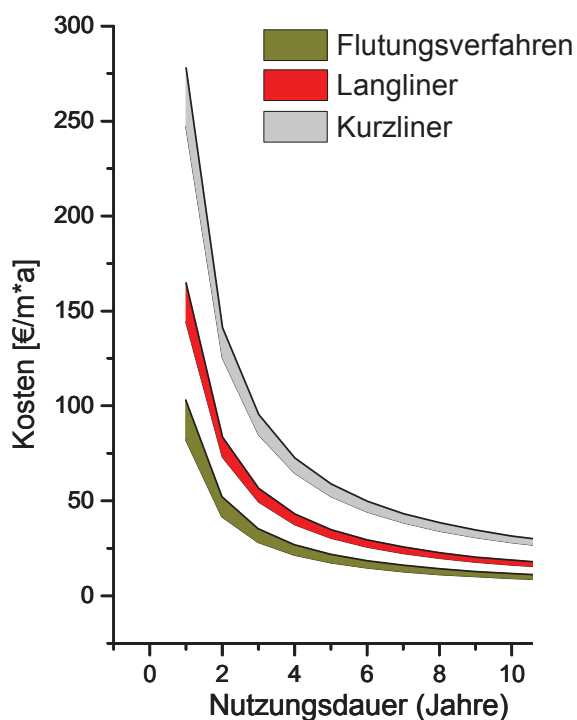


Abbildung 5-5: Jahreskosten von Reparaturverfahren nach Nutzungsdauer auf Basis der untersuchten Objekte

Die spezifischen Kosten für Renovierungsverfahren sind in Abbildung 5-6 beispielhaft für Rohrstrang-, Close-Fit- sowie Schlauchlining dargestellt. In der Literatur werden für diese Verfahren Nutzungsdauern von 20 bis 50 Jahren angegeben. Die Kostenbandbreiten dieser Verfahren liegen hier in einem sehr ähnlichen Spektrum. Das Schlauchliningverfahren weist mit 9-11 €/m·a (20 Jahre) bzw. 5-6 €/m·a (50 Jahre) spezifisch etwas höhere Kosten auf. Bei dem Close-Fit- bzw. Rohrstrang-Lining liegen die Kosten zwischen 5-6 €/m·a / 4-5 €/m·a (20 Jahre) bzw. 2-3 €/m·a / 3-4 €/m·a (50 Jahre).

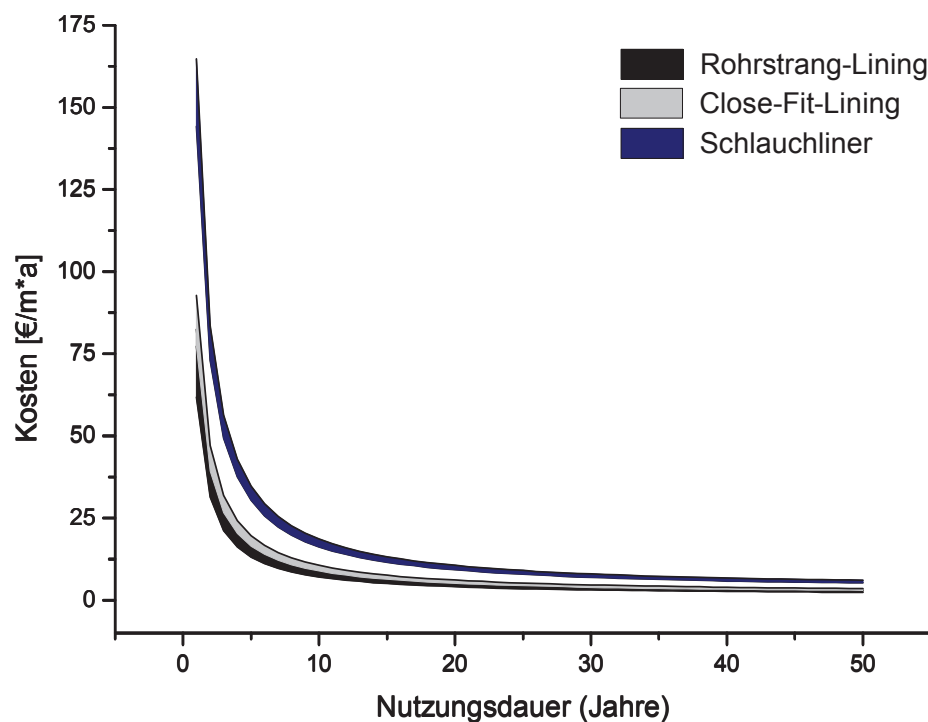


Abbildung 5-6: Jahreskosten von Renovierungsverfahren nach Nutzungsdauer auf Basis der untersuchten Objekte

Im Vergleich zu den Reparatur- bzw. Renovierungsverfahren weisen Erneuerungsverfahren mit bis zu 100 Jahren die höchste zu erwartende Nutzungsdauer auf. Für die Erneuerung in offener und geschlossener Bauweise (Berstlining) sind die spezifischen Kosten für einen Zeithorizont von 50-80 Jahren in Abbildung 5-7 dargestellt. Insbesondere bei der offenen Bauweise sind die Baukosten jedoch sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Für die hier zugrunde gelegte Spannweite ergeben sich spezifische Kosten von 8-23 €/m·a (50 Jahre) bzw. 7-20 €/m·a (80 Jahre). Kostengünstiger ist hingegen die geschlossene Bauweise mit 6-12 €/m·a (50 Jahre) bzw. 5-10 €/m·a (80 Jahre).

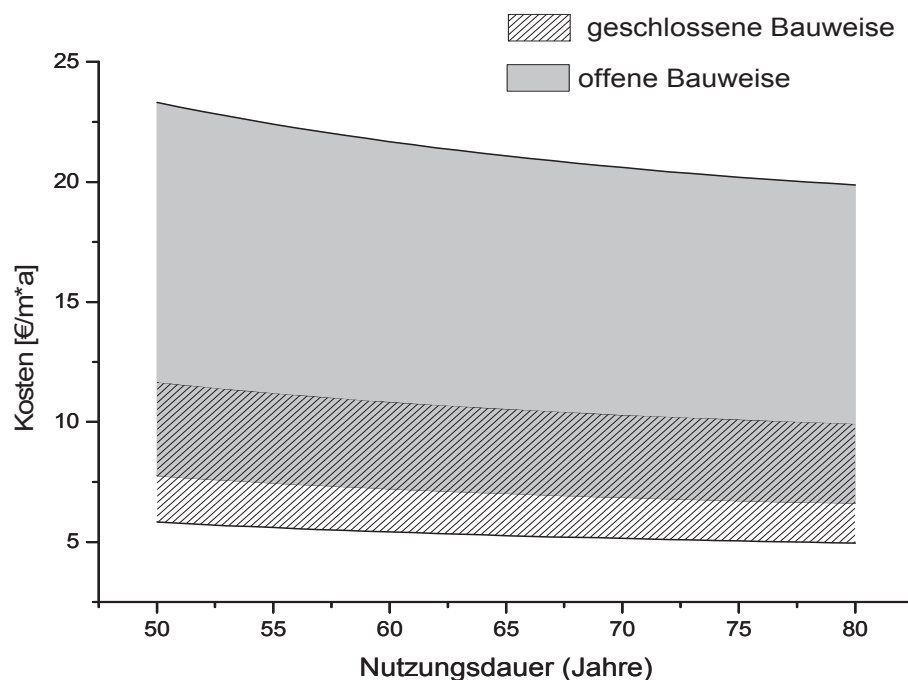


Abbildung 5-7: Jahreskosten von Erneuerungsverfahren nach Nutzungsdauer auf Basis der untersuchten Objekte

In Abbildung 5-8 wurden die ermittelten spezifischen Jahreskosten der Sanierungsverfahren zur besseren Vergleichbarkeit in einem Diagramm zusammengefasst. Es ist zu erkennen, dass eine Reparatur bzw. Renovierung bei einer Nutzungsdauer von zehn Jahren tendenziell geringere spezifische Kosten aufweist als eine aufwändige Erneuerung in offener Bauweise. Ähnliche Ergebnisse liefert der Vergleich zur geschlossenen Bauweise ab einer Nutzungsdauer von 20 Jahren.

Dieser Kostenvergleich ist jedoch nur bedingt aussagekräftig, da es sich hierbei ausschließlich um die spezifischen Jahreskosten eines Sanierungsverfahrens ohne die Begleit- und Reinvestitionskosten handelt. So muss eine Sanierung mit einer Nutzungsdauer von 10 Jahren theoretisch unter technischen Gesichtspunkten in diesem Turnus von 10 Jahren neu geprüft und ggf. saniert werden. Diese Kosten verschieben sich bei längeren Nutzungsdauern entsprechend. Die aktuelle Gesetzgebung sieht eine nutzungsdauergekoppelte Dichtheitsprüfung aktuell jedoch nicht vor.

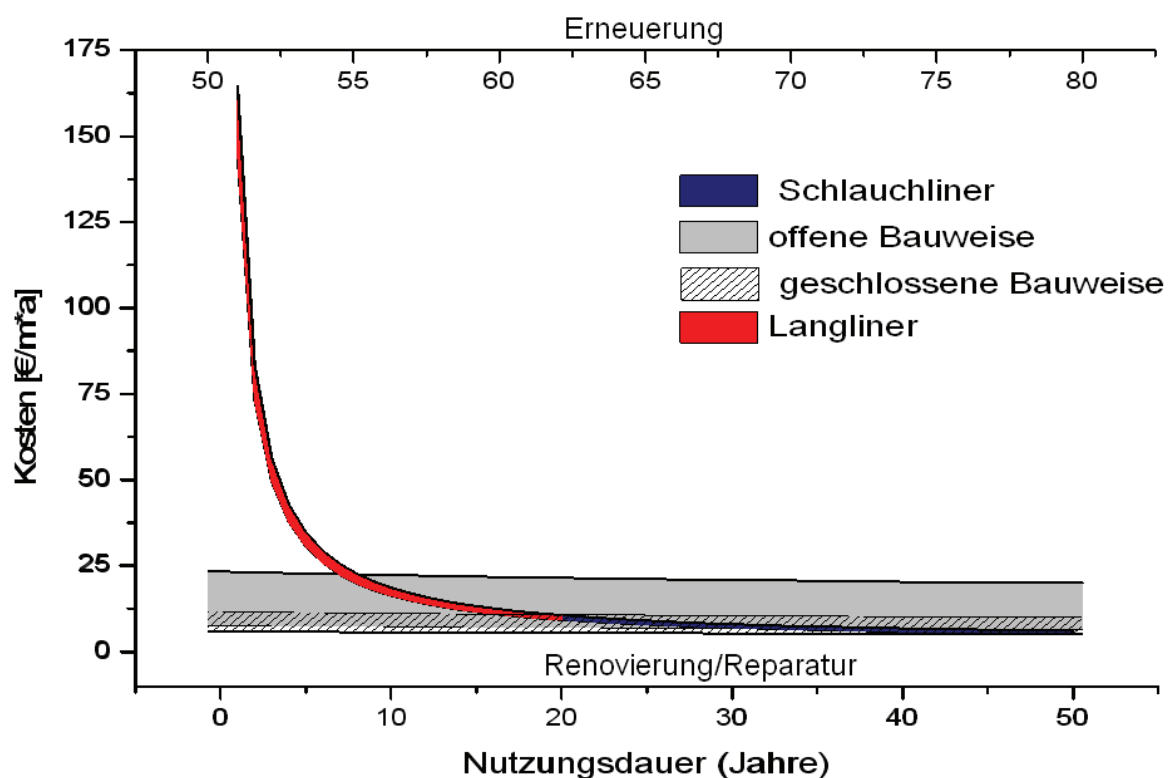


Abbildung 5-8: Vergleich der Jahreskosten unterschiedlicher Sanierungsverfahren

Um die gesamten Kosten inklusive der folgenden Reinvestitionskosten einer Sanierung darzustellen, werden im Folgenden unterschiedliche Sanierungsvarianten gezeigt.

Als Grundlage der Kalkulation wurde eine fiktive durchschnittliche Grundstücksentwässerungsanlage gewählt. Auf Basis der Eingangsdaten aus den untersuchten 172 Objekten wurden die mittlere Leitungslänge von 45 m aller Objekte sowie die im Durchschnitt sanierte Länge von 20 m als Eingangsparameter gewählt. Sämtliche Kosten, welche bei den Sanierungsvarianten angesetzt wurden, sind in Tabelle 5—6 dargestellt.

Tabelle 5—6: Betrachtete Kosten bei der Sanierung einer Grundstücksentwässerungsanlage

Position	Kosten
Befahrungskosten	20 €/m
Planungskosten	1.320 €
Sanierung	verfahrensspezifisch
Dichtheitsprüfung	300 €

Variante 1 – kontinuierliche Reinvestition – Monoverfahren

In Variante 1 der Kostenkalkulation wurde für jede Sanierung eine kontinuierliche Reinvestition mit demselben Sanierungsverfahren nach Ablauf der Nutzungsdauer angesetzt (Abbildung 5-9). Hierbei handelt es sich um eine theoretische Darstellung der Kosten, da unter technischen Gesichtspunkten eine achtfache Reparatur bzw. vierfache Renovierung einer Grundstückentwässerungsanlage zweifelhaft ist. Diese Betrachtung soll jedoch die Kostenrelationen unter Berücksichtigung des zeitlichen Horizonts verdeutlichen.

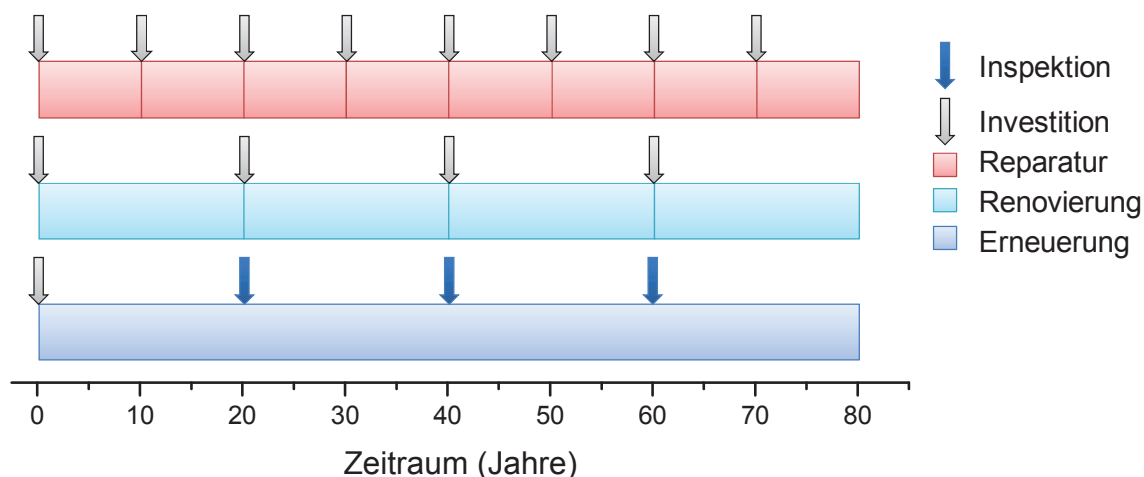


Abbildung 5-9: Variante 1 für Investitionszeitpunkte unterschiedlicher Sanierungsverfahren

Resultierend aus den hier angenommenen Investitionszeitpunkten sind die Kostenbarwerte für den gesamten Zeithorizont in Abbildung 5-11 dargestellt. In dieser Kalkulation werden für die entsprechenden Sanierungsverfahren die Kostengrößen aus Tabelle 5—6 angesetzt. Die Datengrundlage für die verfahrensspezifischen Sanierungskosten wird aus der Erhebung der WBG ermittelt (vgl. Kapitel 4.1.3). Als Vergleichsgröße werden die in den Arbeitshilfen Abwasser publizierten spezifischen Sanierungskosten angesetzt (Arbeitshilfen Abwasser, 2012).

Über einen Zeithorizont von 80 Jahren ist eine progressive Kostenverteilung von den Erneuerungsverfahren (5.000-8.000 €) über die Renovierungsverfahren (8.000-11.000 €) zu den Reparaturverfahren (15.000-26.000 €) zu erkennen. Bezogen auf die jährliche Belastung entspricht dies Jahreskosten zwischen 200 und 800 €/a. Weiterhin ist am Beispiel des Flutungsverfahrens ersichtlich, dass über Sammelangebote (hier wurde eine Gebäudegruppe komplett saniert) deutliche Kostensenkungen möglich sind.

Unter der Prämisse, dass nicht jeder Grundstückseigentümer einen Investitionshorizont betrachtet, sind die Sanierungskostenbarwerte für Reparatur-, Renovierungs- und Erneuerungsverfahren in Akkumulation der Investitionszeitpunkte dargestellt (Abbildung 5-10). Die Spannweite ergibt sich hier ebenfalls aus der Variation der Sanierungskosten. Aus den

Schnittpunkten ergibt sich der Zeitpunkt ab dem ein Verfahren günstiger ist als ein anderes. Es ist zu erkennen, dass bis zu einem Zeithorizont von 10 Jahren Reparatur- und Renovierungsverfahren zum Teil deutlich günstiger sind als eine Erneuerung. Die erneute Reparatur nach 10 Jahren wird jedoch deutlich unwirtschaftlicher. Bis zu einem Zeithorizont von 40 Jahren kann die wiederholte Renovierung wirtschaftlicher durchgeführt werden als eine kostenintensive Erneuerung. Über diesen Zeitpunkt hinaus ist die Erneuerung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten das empfohlene Sanierungsverfahren. Grundvoraussetzung ist hierbei jedoch immer, dass unter Berücksichtigung der Qualitätssicherung die angestrebten Nutzungsdauern erzielt werden.

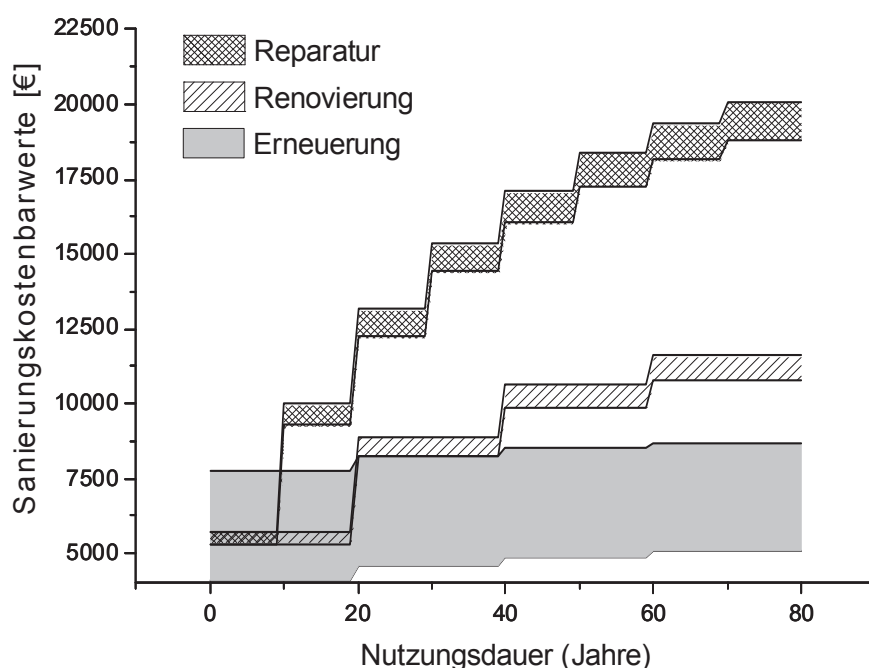


Abbildung 5-10: Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren zum jeweiligen Investitionszeitpunkt

Die Kosten der Reparaturverfahren sind insbesondere auch von der relativ kurzen Nutzungsdauer abhängig, da angenommen wird, dass nach Ablauf der Nutzungsdauer eine erneute Sanierung stattfindet. Diese Kosten ändern sich, wenn aufgrund eines 20-jährigen Inspektionsintervalls die Reinvestition frühestens nach Ablauf dieser Frist erfolgt. In Abbildung 5-11 sind die Sanierungskostenbarwerte unter der Prämisse dieses 20-jährigen Inspektionsintervalls dargestellt. Es ist zu sehen, dass die Reparaturverfahren (gestrichelte Linie) unter diesen Voraussetzungen deutlich günstiger dargestellt werden können. Daher wäre zu prüfen, ob ein Inspektionsintervall nicht auch an eine Mindestnutzungsdauer der Sanierung gekoppelt sein sollte.

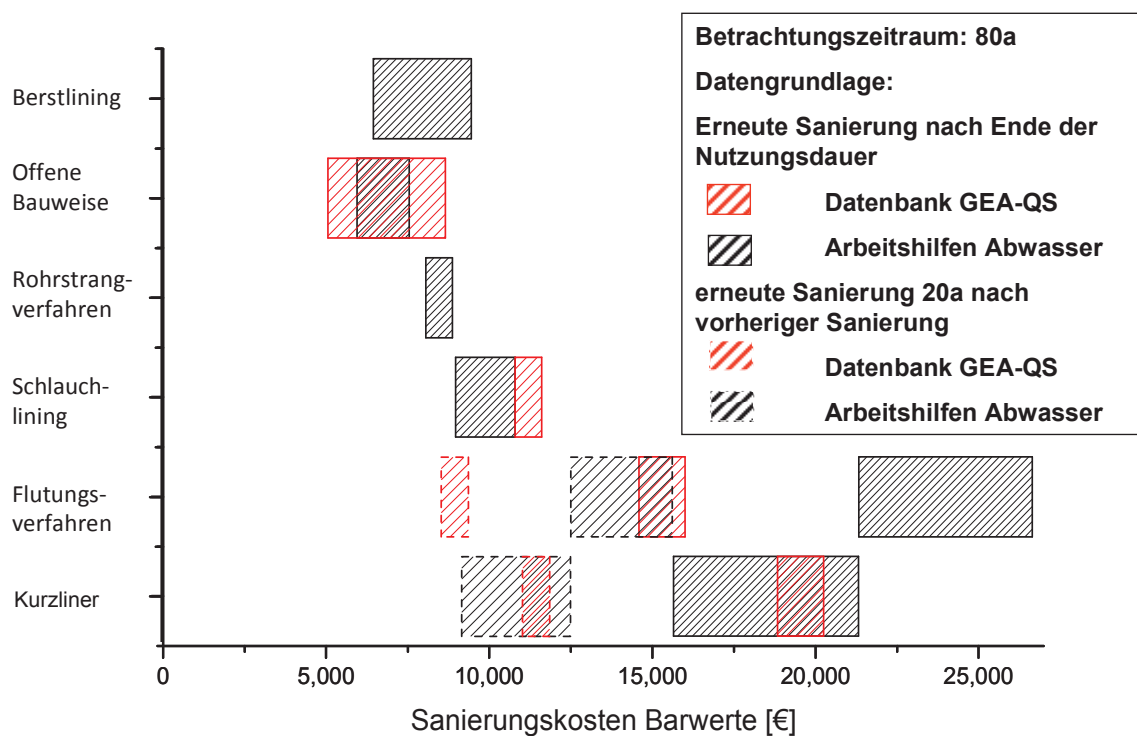


Abbildung 5-11: Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren

Variante 2 – kontinuierliche Reinvestition – Verfahrenskombination

In Variante 2 der Kostenkalkulation wurde für jede Sanierung eine kontinuierliche Reinvestition mit unterschiedlichen Sanierungsverfahren nach Ablauf der Nutzungsdauer angesetzt (Abbildung 5-12).

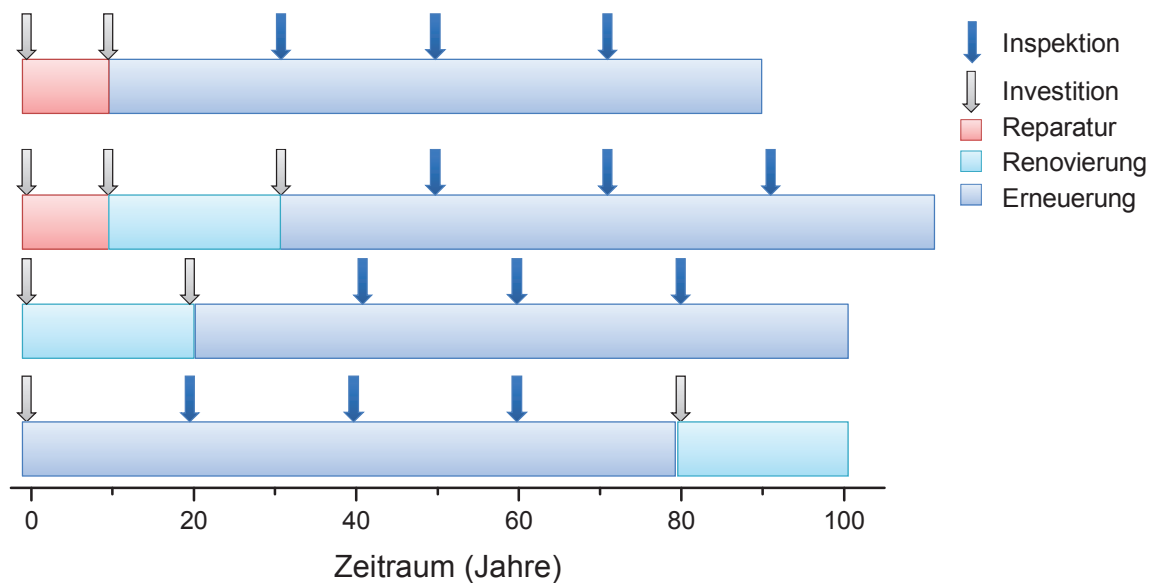


Abbildung 5-12: Variante 2 für Investitionszeitpunkte unterschiedlicher Sanierungsstrategien

Bedingt durch die Kombination der Sanierungsverfahren ergeben sich inhomogene Nutzungszeiträume, welche eine Vergleichbarkeit über Kostenbarwerte verhindern. Daher werden die Investitionsalternativen über den Vergleich der Investitionszeitpunkte wirtschaftlich bewertet. Relevanz weist hierbei der Sachverhalt auf, dass bedingt durch die Diskontierung zukünftige Investitionen zum heutigen Zeitpunkt kostengünstiger sind. In

Abbildung 5-13 sind die Sanierungskostenbarwerte der kombinierten Sanierungsverfahren dargestellt. Betrachtet wurden hierbei die direkte Erneuerung (1), Renovierung - Erneuerung (2), Reparatur - Erneuerung (3) sowie Reparatur - Renovierung - Erneuerung (4). Analog zu Variante 1 sind Reparatur und Renovierung in einem Betrachtungshorizont von 10-20 Jahren zum Teil wirtschaftlicher als die direkte Erneuerung. Die Kombination von Reparatur - Renovierung - Erneuerung stellt hierbei die kostenintensivste Variante dar. Eine Alternative zur unmittelbaren Erneuerung stellt die Renovierung und anschließende Erneuerung dar.

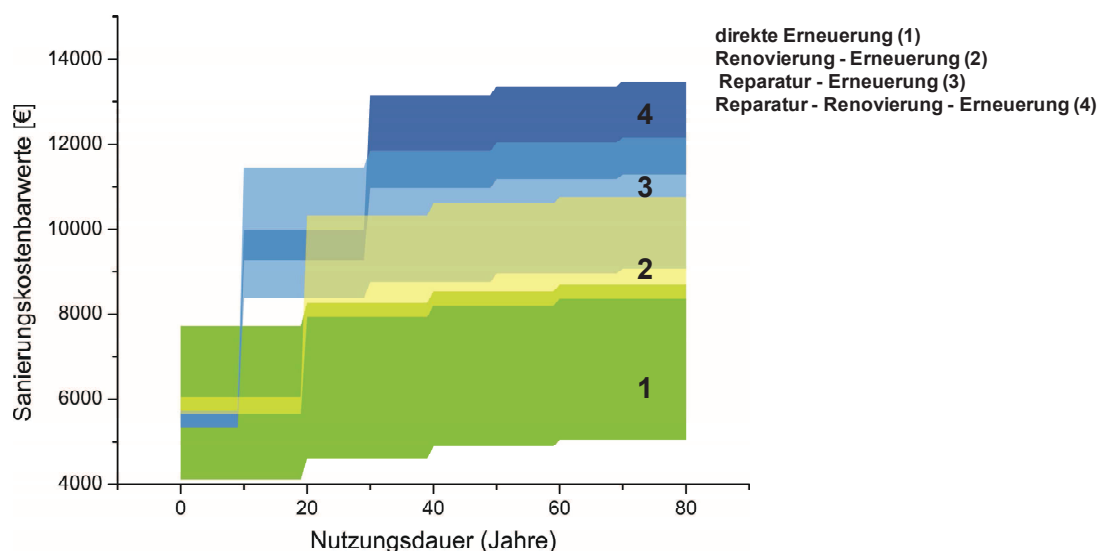


Abbildung 5-13: Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Kombinationen von Sanierungsverfahren zum jeweiligen Investitionszeitpunkt

Variante 3 – Einfluss höherer Nutzungsdauern für Reparatur- und Renovierungsverfahren

In Variante 3 der Kostenkalkulation wird für jede Sanierung ebenfalls eine kontinuierliche Reinvestition mit unterschiedlichen Sanierungsverfahren nach Ablauf der Nutzungsdauer angesetzt (Abbildung 5-14). Als Vergleichsgröße wird hierbei jedoch die Nutzungsdauer für Reparaturverfahren zu 20 Jahren bzw. für Renovierungsverfahren zu 50 Jahren angesetzt.

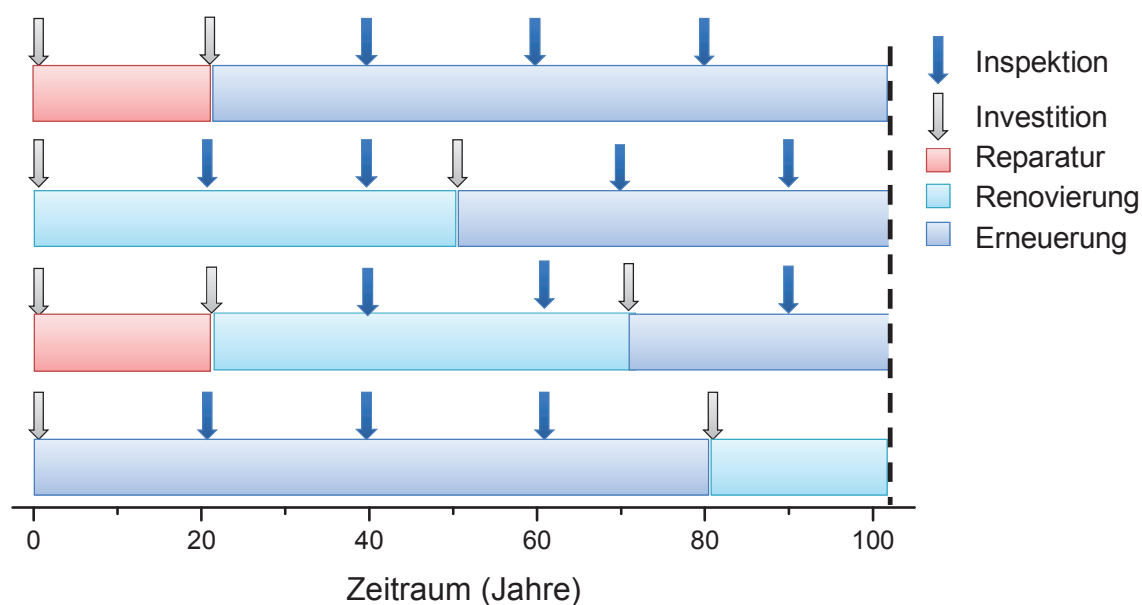


Abbildung 5-14: Variante 3 für Investitionszeitpunkte unterschiedlicher Sanierungsstrategien

Die Investitionsalternativen werden hierbei ebenfalls über den Vergleich der Investitionszeitpunkte wirtschaftlich bewertet. Relevant ist, dass, bedingt durch die Diskontierung, zukünftige Investitionen zum heutigen Zeitpunkt kostengünstiger sind. In Abbildung 5-15 sind die Sanierungskostenbarwerte der kombinierten Sanierungsverfahren dargestellt. Betrachtet wird hierbei analog die direkte Erneuerung (1), Renovierung - Erneuerung (2), Reparatur - Erneuerung (3) sowie Reparatur - Renovierung - Erneuerung (4). Für Reparatur und Renovierung wurde die Nutzungsdauer auf 20 bzw. 50 Jahre erhöht. Durch die erhöhte Nutzungsdauer und die somit langfristige Verlagerung der Investitionskosten ist die Kombination von Reparatur - Renovierung - Erneuerung hierbei nicht mehr die kostenintensivste Variante. Diese liegt nun bei der Reparatur mit anschließender Erneuerung. Eine Alternative zur unmittelbaren Erneuerung stellt weiterhin die Renovierung und anschließende Erneuerung dar.

Ausschlaggebend für eine Investitionsentscheidung kann hierbei auch immer die spezifische Situation des Grundstückseigentümers sein. Rahmenbedingungen sind hier beispielsweise das mögliche Investitionsvolumen zum Bezugszeitpunkt oder die geplante Nutzungsdauer der Immobilie.

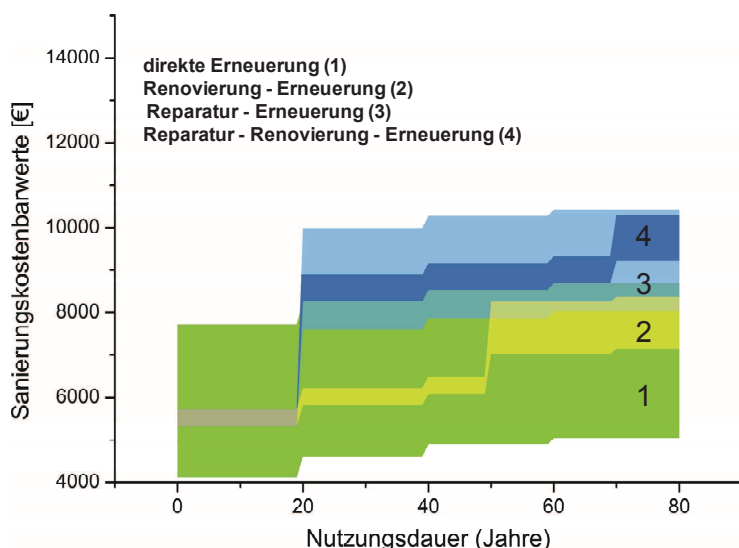


Abbildung 5-15: Sanierungskostenbarwerte unterschiedlicher Sanierungsverfahren zum jeweiligen Investitionszeitpunkt unter Berücksichtigung längerer Nutzungsdauern von 20 Jahren bei Reparatur- und 50 Jahren bei Renovierungsverfahren

5.2 Kosteneffizienz von Qualitätssicherungsmaßnahmen

Ziel der Qualitätssicherungsmaßnahmen (siehe Kapitel 6) ist eine optimale Sanierung der GEA. Hierzu zählt, dass der vollständige Nutzen der GEA bei verfahrensspezifisch optimaler Nutzungsdauer wieder hergestellt wird. Weiterhin soll durch die Qualitätssicherung eine situationsspezifische und bedarfsgerechte Sanierung erfolgen. Somit ergeben sich folgende Anforderungen an Qualitätssicherungsmaßnahmen:

- Die Nutzungsdauer der GEA verbessert sich durch die Qualitätssicherung.
- Durch eine optimierte, bedarfsgerechte Sanierung werden Fehlinvestitionen vermieden und Kosten verringert.

Der wirtschaftliche Vorteil einer längeren Nutzungsdauer wird im Folgenden mittels des späteren Reinvestitionszeitpunktes quantifiziert. Hierbei wird zugrunde gelegt, dass eine spätere Kapitalbindung auf den heutigen Zeitpunkt diskontiert kostengünstiger ist.

Der wirtschaftliche Vorteil längerer Nutzungsdauern nach diesem Prinzip ist in Abbildung 5-16 dargestellt. Das Einsparpotential, welches aus einer längeren Nutzungsdauer resultiert, wurde für Reinvestitionen zwischen 3.000 € und 7.000 € berechnet, da dies ein typisches Kostenspektrum für kleine bis mittlere GEA darstellt. Grundlegend wurde hierbei die Annahme getroffen, dass eine sanierte GEA eine Mindestnutzungsdauer von 10 Jahren aufweist. Darüber hinaus wird über die verlängerte Nutzungsdauer die Differenz des diskontierten Reinvestitionsvolumens als Einsparpotential ermittelt. Die Ordinate stellt hierbei diese Kosteneinsparung dar. Für die ingenieurtechnische Begleitung werden 1.320 € angesetzt (schwarzgestrichelte Linie) (vgl. Kapitel 5.1.2.3).

Es ist zu erkennen, dass abhängig vom erwarteten Reinvestitionsvolumen die Kosten für eine ingenieurtechnische Begleitung durch eine Verbesserung der Nutzungsdauer von 10 bis 30 Jahren amortisiert werden können. Da diese Nutzungsdauern im publizierten Schwankungsbereich aktuell eingesetzter Sanierungsverfahren liegen (vgl. Kapitel 2), ist dieses Optimierungspotential als realistisch einzustufen.

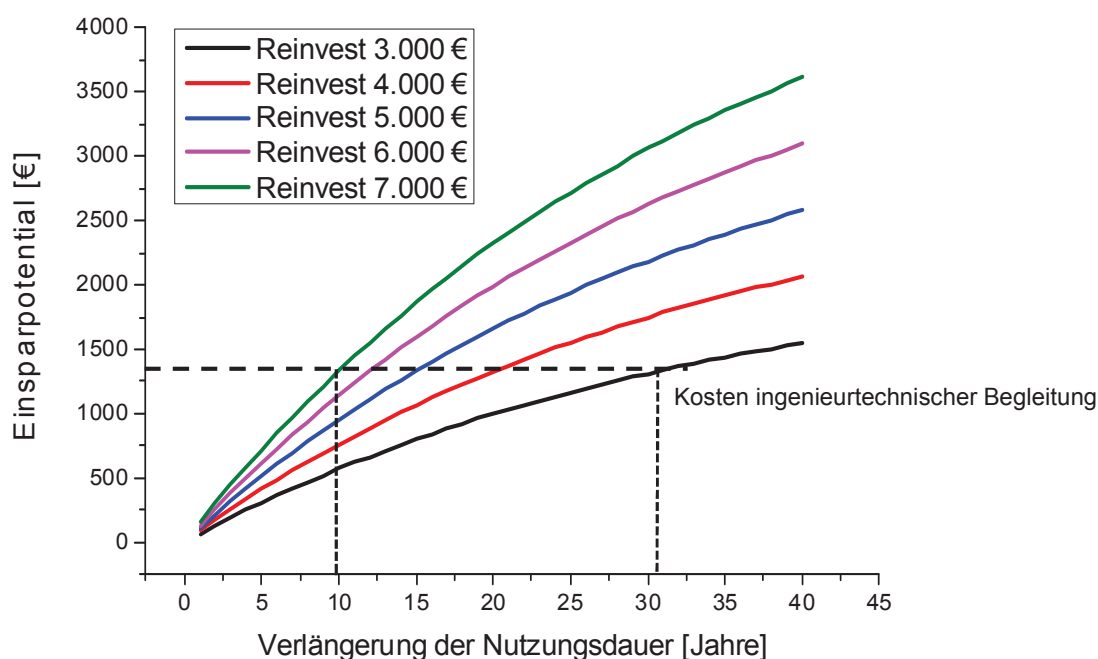


Abbildung 5-16: Änderung der Barwerte der Reinvestitionskosten in Abhängigkeit von einer Verlängerung der absoluten Nutzungsdauer

Neben der Nutzungsdauer werden ebenfalls Einsparungen durch Planungsoptimierung berücksichtigt. Das absolut mögliche Einsparvolumen ist immer auch abhängig von den Gesamtinvestitionskosten der Sanierungsmaßnahme. In Abbildung 5-17 sind Einsparpotentiale in Höhe von 10 bis 40 % der Investitionskosten für Sanierungsinvestitionen zwischen 1.000 und 10.000 € dargestellt. Die Ordinate stellt hierbei analog die Kosteneinsparung dar. Für die ingenieurtechnische Begleitung werden ebenfalls 1.320 € angesetzt (schwarze Linie) (vgl. Kapitel 5.1.1.2). Es ist zu erkennen, dass bei geringen Investitionsvolumen das Einsparpotential unter den getroffenen Annahmen nicht die Investitionskosten deckt. Ab einem Investitionsvolumen von 3.000 € kann hier bei einer Kosteneinsparung von 40 % eine Wirtschaftlichkeit dargestellt werden. Bei steigenden Investitionskosten können so auch schon anteilig geringe Einsparungen wirtschaftlich vorteilhaft dargestellt werden.

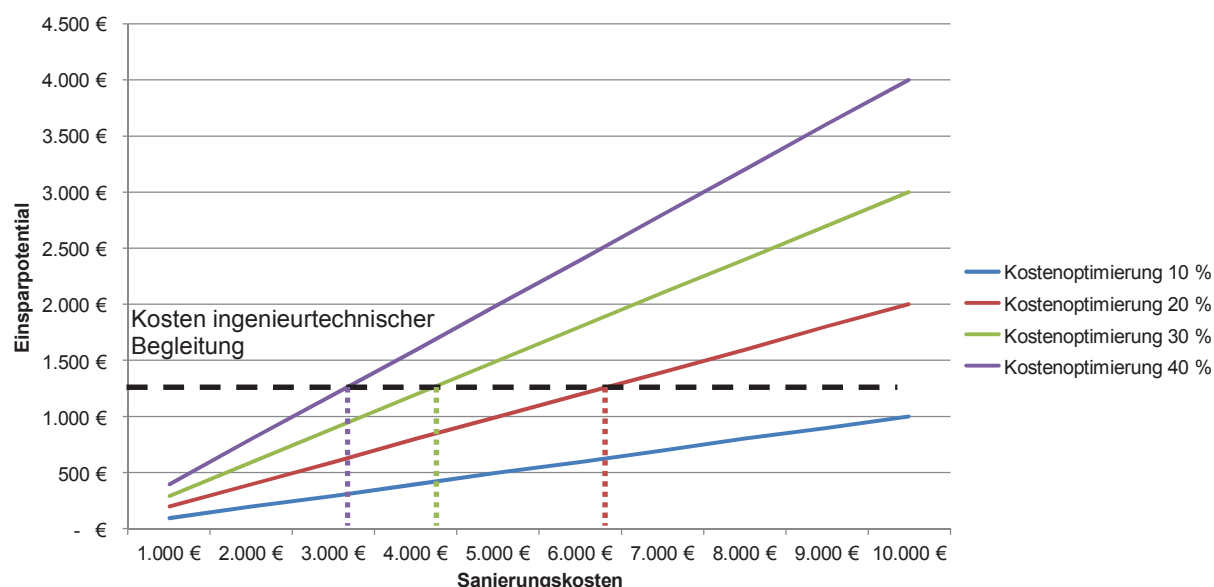


Abbildung 5-17: Einsparpotential der Sanierungskosten durch eine Qualitätssicherung

Bei der wirtschaftlichen Gesamtbewertung der Qualitätssicherung überlagern sich diese beiden Potentiale und müssen in der Summe betrachtet werden. Insbesondere bei niedrigen Sanierungskosten sind die einzelnen Einsparaspekte nicht wirtschaftlich darstellbar.

Diesen Betrachtungen liegt zugrunde, dass die Qualitätssicherung aus der ingenieurtechnischen Begleitung besteht und 1.320 € kostet. Dadurch ergeben sich längere Lebensdauern und so eine Amortisierung der Kosten. Die Bauausführung bleibt unberücksichtigt.

Unabhängig von der kalkulatorischen Effizienzbetrachtung ist die unabhängige Qualitätssicherung ein geeignetes Instrument zur wirtschaftlichen Sanierung einer GEA. Insbesondere bei zum Teil erheblichen Qualitätsmängeln aufgrund von mangelhafter Bauausführung sinkt die Nutzungsdauer signifikant (vgl. Kapitel 4.2). Daher empfiehlt es sich auch aus Gründen der Risikominimierung, in Qualitätssicherungsinstrumente zu investieren.

6 Qualitätssicherungsmaßnahmen

Qualitätssicherung kann und sollte auf verschiedenen Ebenen betrieben werden, um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Hierbei kann insbesondere die organisatorische und technische Ebene unterschieden werden. Einen kurzen Überblick über besonders gelungene organisatorische Ansätze wird in Kap. 6.1 gegeben. Kap. 6.2 erläutert technische Normen, Merkblätter und Hinweise, die bei der Sanierung zu beachten sind sowie Zertifizierungsmöglichkeiten für Einzelpersonen und Unternehmen. Zusammenfassend wird anschließend in Kap. 6.3 auf das Qualitätssicherungshandbuch im Anhang verwiesen.

6.1 Best-Practice-Beispiele für die Sanierung von Grundstücksentwässerungsleitungen

6.1.1 Allgemeines

Entscheidungen zur Sanierung von Grundstücksentwässerungsleitungen erfolgen auf Basis einer Zustands- und Funktionsfähigkeitsprüfung der Leitungen, die meist im Zuge einer optischen Inspektion erstellt wird. Demnach sind bei der Qualitätssicherung der Sanierung Kamerabefahrungen und deren Auswertungen von maßgeblicher Bedeutung. Die Sanierungsfirma, die Kommune oder ein Ingenieurbüro unterbreiten auf Basis der Inspektion einen Sanierungsvorschlag zur Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit. Der private Grundstückseigentümer hat mangels Erfahrung kaum Einblick in die Entscheidungsfindung und muss darauf vertrauen, in Arbeit zu investieren, die notwendig ist und gute Ergebnisse erzielt. Zur Unterstützung des Eigentümers besteht eine Beratungspflicht der Gemeinde gegenüber ihren Bürgern (LWG § 53 (1e)). Zur Wahrnehmung der Beratungspflicht sowie zur Erfassung der Dichtheitsnachweise stellten viele Gemeinden zusätzliches Personal ein. Außerdem wurden Angaben zur Grundstücksentwässerung auf den Webpräsenzen ergänzt, Faltblätter erstellt, Briefe an die Grundstückseigentümer verfasst und/oder Informationsveranstaltungen angeboten. Das Institut für Unterirdische Infrastruktur (IKT) erarbeitete ein generelles Schema zu den Möglichkeiten der Bürgerberatung über die gesamte Bauzeit eines Projektes (Pilotprojekt mit der Stadt Würselen) (vgl. Abbildung 6-1). Der Bürger wird hierbei in alle Projektphasen mit eingebunden. Jegliche Absprachen oder Vereinbarungen, auch die an die ausführenden Bauunternehmen, sind zu erfassen und im Projekt mit zu berücksichtigen.

Drei Beispiele für eine konkrete Umsetzung sind im Folgenden beschrieben.

Kommune und Bürger Kooperationsprojekt Sanierung von Hausanschlüssen	
Konzept	Kooperation: Einbeziehung des Bürgers durch transparente, zeitnahe Informationen
I Anforderungen zusammenführen	
Zusammenführung der unterschiedlichen Anforderungen von Umweltamt, Tiefbauamt, Bauordnungsamt, Stadtverwaltung, Kommunalpolitik und Anschlussnehmer.	Anschreiben/Info-Brief Bürgerversammlung Erläuterung des Gesamtkonzeptes und des rechtlichen Hintergrundes StGB, LWG, Ortssatzung, BauO NRW etc. Transparente Darstellung der spezifischen Situation
II Zustandserfassung	
TV-Inspektion Ortung (HA dem Eigentümer zuordnen) Dichtheitsprüfung Einzelbewertung der Anschlüsse	Besitzverhältnisse klären Einverständnis des Anschlussnehmers Beim Anschlussnehmer Akzeptanz für die Sanierungsaufgabe durch Schadensbilder fördern
III Sanierungskonzept	
Kosten, Ausschreibung, Vergabe Sondervorschläge bewerten Bauabwicklung planen Aufbruchgenehmigungen einholen Information der kommunalpolitischen Gremien Anschlussnehmerinformation organisieren (z.B. Sprechstunden, Info-Container etc.)	Anschlussnehmer über technische Verfahren und zu erwartende Kosten informieren, Anschlussnehmerkenntnisse zur Anschlusssituation erfassen Informationen über den Anschluss beim Anschlussnehmer erfragen und auswerten.
IV Bauausführung	
Koordinierung des Bauablaufs und Überwachung der Ausführungsqualität (Materialproben, Dichtheitsprüfung etc.) anschlussbezogene Abrechnung zeitnahe Vereinnahmung der Kosten Zahlungsziele und -modalitäten mit Kämmerei abstimmen	Pläne, Berichte, Videos für Anschlussnehmer einsehbar vorhalten Bürgeranliegen berücksichtigen, Tätigkeiten und Vereinbarungen anschlussbezogen dokumentieren Aufmaße, Videoband, Dichtheitsprotokolle und Abnahmen beilegen Anschlussnehmerzufriedenheit erfragen und dokumentieren

Abbildung 6-1: Einbeziehung des Bürgers - Kooperation über alle Projektphasen (Bosseler, 2004)

Zur Überprüfung der Dichtheit privater Entwässerungsleitungen durch die Gemeinden können drei Methoden Anwendung finden (Krier, 2012):

- Nachweisverfahren: Die Grundstückseigentümer haben den Abwasserbeseitigungspflichtigen die Untersuchung des Zustandes und der Funktionsfähigkeit nachzuweisen und tragen die Kosten hierfür.
- Erstattungsverfahren: Die Grundstückseigentümer zahlen die Untersuchungskosten an die Abwasserbeseitigungspflichtigen, die die Inspektionen der Grundstücksentwässerungsleitungen gebietsweise veranlassen.
- Gebührenverfahren: Die Grundstückseigentümer decken mit ihren Abwassergebühren die Leistung der Zustands- und Funktionsfähigkeitsprüfung ab. Die abwasserbeseitigungspflichtigen Körperschaften können die Inspektionen ausschreiben oder durch ihre Eigenbetriebe ausführen lassen.

Im Folgenden werden für die dargestellten Methoden Best-Practice-Beispiele aufgeführt, bei denen Kommunen Beratungen oder sogar Dienstleistungen anbieten, um den ordnungsgemäßen Betrieb privater Entwässerungsanlagen zu gewährleisten (Pflicht nach § 61 Abs. 2 WHG). Die Auswahl als Best-Practice-Beispiel berücksichtigt neben der Vorgehensweise bei der Dichtheitsprüfung die weiteren Schritte bis zur Sanierung und ggf. die Abnahme der durchgeführten Arbeiten, um die Qualität der Abwasserleitungen langfristig zu sichern. Es ist zu berücksichtigen, dass diese und ähnliche Ansätze seitens der Kommunen mit Beginn des Widerstandes der Bevölkerung und der politischen Opposition seit Ende 2011 gegen den im März 2013 aufgehobenen § 61a LWG NRW zunehmend ruhen gelassen wurden. Die aufgeführten Beispiele beziehen sich somit überwiegend auf den vorherigen Zeitraum, in dem die Gemeinden verstärkt die Bürger bei ihrer gesetzlichen Pflicht zur Dichtheitsprüfung unterstützten.

Die drei hier aufgeführten Beispiele heben sich von der Vielzahl der Beratungsangebote der Gemeinden und Hilfestellungen diverser Einrichtungen (z.B. Verband der unabhängigen Sachkundigen für Dichtheitsprüfung für Abwasseranlagen – VuSD oder KomNetGEW, Kommunales Netzwerk Grundstücksentwässerung) insofern ab, dass ihre Maßnahmen auf eine einheitliche Sanierungsstrategie abzielen. Die Grundstücksentwässerungsleitungen werden bzw. wurden dazu mit der Zustands- und Funktionsprüfung öffentlicher Kanäle in Augenschein genommen. Es wurde für eine qualitativ hochwertige Sanierungsausführung sensibilisiert oder sogar konkrete Hilfestellung an die Hand gegeben. Eine vielversprechende Methode zur Qualitätssicherung scheint die Trennung der Durchführung der Sanierungen von der Zustandsermittlung der Entwässerungsleitungen und der abschließenden Qualitätskontrolle der Sanierungsarbeiten zu sein. Zielführend ist es hierbei, vergleichbare Angebote von Firmen zu erhalten und Kontrollmöglichkeiten zu schaffen.

Der Umsetzungserfolg der Sanierungsstrategie Solingens im Bereich der Grundstücksentwässerung wurde Anfang des Jahres 2006 in einem Pilotprojekt, welches 123 Einzelhausgrundstücke und ein hohes Fremdwasseraufkommen umfasst, bewertet. Ziel war es, die Eigentümer durch Kommunikation und Beratung zur Teilnahme zu bewegen anstatt sie mithilfe gesetzlicher Auflagen zur Teilnahme zu zwingen. Dies führte dazu, dass 89% der Grundstücke inspiziert wurden. Eine weitere Optimierung der Solinger Sanierungsstrategie ist geplant (Müller, 2009).

6.1.2 Nachweisverfahren – Abwasserbetrieb Troisdorf

In Troisdorf ist der Grundstückseigentümer verpflichtet, den Nachweis der Dichtheit zu erbringen. Bislang forderte die Stadt Troisdorf die privaten Eigentümer rund zwei Jahre vor dem in der kommunalen Entwässerungssatzung festgelegten Fristende zum Nachweis der Dichtheit auf. Dafür wurden die Grundstückseigentümer anhand eines persönlich adressierten Briefes über Hintergründe und Informationsveranstaltungen in Kenntnis gesetzt.

Eine allgemeine Sensibilisierung der Bürger zu dem Thema Dichtheit von Grundstücksentwässerungsleitungen wurde durch die Informationskampagne „Troisdorf hält dicht“ betrieben, durch die die Bürger zu Rechtsgrundlagen, Prüfverfahren, Auswahl von Sanierungsverfahren, Fördermitteln sowie Fristen informiert wurden. Zusätzlich ist auf der Internetpräsenz der Abwasserbetriebe Troisdorf über die Eingabe von Straße und Hausnummer eine Abfrage der jeweiligen Frist zum Nachweis der Dichtheit möglich. Neben ausführlichen Webinformationen des Abwasserbetriebes zur Dichtheitsprüfung steht ein Auszug aus der vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) veröffentlichten Liste der Sachkundigen in NRW zur Verfügung. Sie beinhaltet die Auflistung von Sachkundigen für die Dichtheitsprüfung privater Hausanschlussleitungen in einem Umkreis von 5 km um Troisdorf herum. Der Bürger wird zudem explizit für das Thema „Kanalhaie“ sensibilisiert. Es wird aufgeführt, mit welchen Methoden unseriöse Firmen versuchen Geld zu verdienen (Troisdorf, 2013).

Die intensive Öffentlichkeitsarbeit der Abwasserbetriebe zum Zustand und zur Funktionsfähigkeit privater Abwasserleitungen und die Beratung der Bürger zeigen nachweisbare Erfolge. Bis Ende 2011 lagen der Stadt Troisdorf von 17.500 Liegenschaften 6.000 Nachweise zur Dichtheit vor (35 % aller Grundstücke). Hierbei mussten nach der Erstprüfung auf 80 Prozent der erfassten Grundstücke undichte Leitungen saniert werden (IKT, 2013).

Herr Dipl. Ing. Volker Jansen, stellvertretender Vorstand des Abwasserbetriebs Troisdorf, wurde sogar für sein herausragendes Engagement und die Durchführung dieses vorbildhaften Projektes im Kanalinfrastrukturbereich geehrt. An ihn wurde im Rahmen des IKT-Forums "Niederschlagswasser: Grundstück, Straße, Vegetation" der Goldene Kanaldeckel 2012 vergeben.

6.1.3 Erstattungsverfahren – Entsorgungsbetriebe Solingen

In Solingen konnten die Grundstückseigentümer bisher die TV-Befahrung gegen eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 69 € bis zur Revisionsöffnung des angrenzenden Gebäudes fortsetzen lassen. Bei Untersuchungen der weiteren Grundstücksentwässerungsleitungen ab der Revisionsöffnung musste der Grundstückseigentümer eigeninitiativ handeln, da diese nicht im Angebotsspektrum der Entsorgungsbetriebe Solingen lagen. Der Kunde erhielt den Ergebnisbericht der Befahrung und eine zusammenfassende Auswertung mit einer Empfehlung für das weitere Vorgehen.

Bevor am 01.01.2011 die Technischen Betriebe Solingen gegründet wurden, trieben die Entsorgungsbetriebe Solingen (EBS) die Sanierungsstrategie der Stadt voran. Seit 1995 erfassen sie alle bekannten Daten des 600 km langen Kanalnetzes in einer Datenbank und arbeiteten sie über GIS grafisch auf. Nach einer eigens dafür erarbeiteten Wertematrix wurden Sanierungsprioritäten ermittelt. Anhand dieser können Gruppen homogener Einzugsgebiete zusammengestellt werden. In diesen wurde die öffentliche Kanalisation untersucht. Zu diesem Zeitpunkt konnte der Untersuchungsrahmen bereits kostenneutral bis zur Grundstücksgrenze ausgeweitet werden.

In allen Untersuchungsgebieten wurden die betroffenen Grundstückseigentümer zu einer Informationsveranstaltung eingeladen. Bei dieser wurde ein speziell für diese Zwecke für die Stadt Solingen entwickelter Film vorgeführt, der die Notwendigkeit von dichten Entwässerungsleitungen anschaulich erläuterte und die Möglichkeiten zur Sanierung aufführte. Gegen eine Aufwandsentschädigung boten die Entsorgungsbetriebe Solingen jedem Grundstückseigentümer die Zusammenarbeit bei der Sanierungsplanung und –durchführung an. Mit der Unterzeichnung einer rechtsverbindlichen Kostenübernahmeerklärung verpflichtete sich der Grundstückseigentümer dazu, nach Abschluss aller Sanierungsmaßnahmen, die entstandenen Kosten zu übernehmen, für die die Entsorgungsbetriebe Solingen in Vorleistung traten. Bei nachgewiesener Bedürftigkeit wurde eine Stundung bzw. Ratenzahlung in Aussicht gestellt. Ebenfalls wurde die Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln bei der NRW.Bank angeboten. Folgendes Leistungsangebot der Entsorgungsbetriebe Solingen konnte von den privaten Grundstückseigentümern in Anspruch genommen werden:

- | | |
|------------------------------|---|
| Kostenfreie Beratung: | <ul style="list-style-type: none">· Termin vor Ort (Keller)· Sanierungsberatung· Kostenabschätzung (Erfahrungswerte) |
| gegen Aufwandsentschädigung: | <ul style="list-style-type: none">· Sanierungsplanung· Ausschreibung· Bauleitung· Qualitätsprüfung (per Differential Scanning Calorimetry (DSC-Analyse)) |

nach Kostenübernahmeerklärung:

- Beauftragung durch EBS/Vorleistung
- Schlussrechnung nach positivem Qualitätstest

Im Anschluss an die durchgeführten Arbeiten erhielt der Grundstückseigentümer, je nach Beauftragungsumfang der Entsorgungsbetriebe Solingen, einen ausführlichen Bericht über die durchgeführten Tätigkeiten. Im Rahmen der Qualitätskontrolle wurde zudem z.B. die Lebensdauer der verwendeten Inliner ermittelt. Bei der Dichtheitsprüfung wurden die Prüfmethode und das Untersuchungsergebnis aufgeführt. Waren die Sanierungen der Grundstücksentwässerungsleitungen unter Aufsicht und Kontrolle der Entsorgungsbetriebe durchgeführt worden, wurde die Dichtheitsbescheinigung ohne weitere Untersuchungen ausgestellt. Dieser eingesparte Arbeitsschritt basierte auf der Annahme, dass bei einer kompetenten Bauleitung, bei Durchführung der Sanierungen mit qualifizierten Firmen und einer positiven Qualitätskontrolle von einer Dichtheit der Leitungen ausgegangen werden kann (Müller, 2009).

Die Pflicht der Stadt Solingen als Straßenbaulastträger, den Kanalzustand im öffentlichen Straßenraum optimal zu sichern, führte zu der Entscheidung der Entsorgungsbetriebe, dass in diesem öffentlichen Teilabschnitt Sanierungen privater Entwässerungssysteme ab 2006 nur noch durch anerkannte Fachfirmen durchgeführt werden durften. Diese Festlegung betraf auch die Entwässerungsstrecke zwischen dem Stutzen am Hauptkanal und dem Hausanschluss, obwohl dieser eigentlich in der Verantwortung des Grundstückseigentümers liegt. Um die Zulassung für Angebote von Renovierungs- oder Erneuerungsleistungen im öffentlichen Raum der Stadt Solingen zu erhalten, mussten die Sanierungsfirmen eine Testbaustrecke bei den Entsorgungsbetrieben unter Fachaufsicht inspizieren und sanieren. Fiel die Bewertung der Arbeiten und die Qualitätskontrolle für Inliner nach der DSC-Analyse positiv aus, erhielten die Unternehmen die Freigabe, Sanierungsarbeiten im Rahmen des § 61a LWG NRW (i.d.F. bis 05.03.2013) durchzuführen (Müller, 2007).

6.1.4 Gebührenverfahren – Göttinger Entsorgungsbetriebe

Das Kanalsanierungsmodell Göttingen bietet dem einzelnen Bürger die Untersuchung und Sanierungsberatung seiner Grundstücksentwässerungsleitungen kostenfrei an. Diese Leistung wird über die Abwassergebühren finanziert.

Das Gebührenverfahren ist nur bei einer entsprechenden Regelung in der kommunalen Satzung anwendbar. In NRW sind solche Satzungen bisher nicht zulässig gewesen. Da die Gebührenerhebung allerdings auch für NRW-Kommunen nennenswerte Vorteile bietet, wird diese Möglichkeit hier vorgestellt. Im Zuge der LWG-Novellierung im März 2013 sowie den konkretisierenden Regelungen im Zusammenhang mit dem neuen LWG kann inzwischen der entsprechende Rahmen geschaffen werden.

Niedersachsen ermöglicht die Erhebung von Gebühren zur Finanzierung der Zustands- und Funktionsprüfung sowie der ggf. erforderlichen Sanierung. Die Stadt Göttingen nutzte die Regelungsmöglichkeit und fixierte in ihrer Abwassersatzung klare Vorgaben zur gebührenfi-

nanzierten Dichtheitsprüfung von Schmutzwasserleitungen. Im öffentlichen Bereich werden von den Göttinger Entsorgungsbetrieben genau umgrenzte Kanalsanierungsprojekte festgelegt. Im Rahmen dieser Projekte haben die betroffenen Grundstückseigentümer Untersuchungen ihrer Grundstücksentwässerungsanlagen (TV-Untersuchungen, Dichtheitsprüfungen, etc.) zu dulden. Die Eigentümer werden dann je nach Untersuchungsergebnis zur Sanierung aufgefordert (Göttinger Abwassersatzung § 14 (1) und § 14 (2)).

Mit den zusätzlich erhobenen Gebühren werden folgende Leistungen abgedeckt:

- Die Göttinger Entsorgungsbetriebe beauftragen für die Untersuchung der Grundstücksentwässerungsanlagen Ingenieurbüros, die über alle marktgängigen Untersuchungs- und Prüfverfahren verfügen.
- Die Mitarbeiter der Ingenieurbüros beraten die Grundstückseigentümer umfassend über erforderliche Sanierungsmaßnahmen.
- Die Angebote der Sanierungsfirmen können auf Wunsch des Eigentümers von den GEB auf Preiswürdigkeit und Sinnhaftigkeit untersucht werden.
- Die Begleitung des Eigentümers während der Bauzeit ist gewährleistet.
- Nach Abschluss der Arbeiten wird eine Abnahmeprüfung vorgenommen.
- Die Eigentümer erhalten ein Prüfprotokoll und aktualisierte Bestandspläne ihrer Entwässerungsanlagen.

Die Göttinger Entsorgungsbetriebe fordern keinen Nachweis auf Dichtheit bis zum 31.12.2015 (DIN 1986-30), sondern in der Regel die Durchführung der privaten Sanierungsarbeiten im Zeitraum von zwei Jahren nach Abschluss der öffentlichen Baumaßnahmen im betreffenden Gebiet. Außerhalb von Sanierungsgebieten werden die Fristen individuell mit den Eigentümern abgestimmt. Persönliche und soziale Aspekte sind bei der Sanierungsstrategie ebenfalls in § 20 der Göttinger Abwassersatzung mit berücksichtigt worden. So ist eine Befreiung von der Sanierungspflicht möglich, wenn es zu einer nicht beabsichtigten Härte führen würde und dem öffentlichen Interesse nicht entgegensteht. Die Befreiung kann unter Auflagen und Bedingungen sowie befristet zugelassen werden.

Diese umfangreiche kommunale Sanierungsstrategie zur Hausanschlusssanierung unterstützt den fachfremden Grundstückseigentümer beim Abwägen der Kosten-Nutzen-Faktoren. Die abschließenden Erfolgskontrollen durch die öffentliche Hand sollen Arbeiten mit einer Lebensdauer von 20 Jahren gewährleisten. Dies entspricht dem Zeitraum bis zur nächsten fälligen Dichtheitsprüfung für Grundstücksentwässerungsanlagen nach DIN 1986-30 (Göttinger Entsorgungsbetriebe, 2013).

Die Notwendigkeit der Göttinger Sanierungsstrategie im privaten Grundstücksentwässerungsbereich belegen folgende Zahlen aus dem Jahre 2004:

Seit 1999 wurden jährlich rund 1000 Grundstücke neu untersucht. 60% der Entwässerungsanlagen waren mangelhaft. Bis 2004 hatte sich die Zahl jährlich neu hinzukommender Grundstücke auf etwa 800 reduziert, die Quote der erforderlichen Sanierungen stieg derweil auf 80%. Der Anstieg der erfassten Mängel ließ sich vor allem auf die erhöhte Untersuchungstiefe im Kanalbereich zurückführen. Zudem waren neue Kameratechniken hinzugekommen, die nahezu alle verzweigten Kanalgeflechte unter den Gebäuden erfassen konnten.

Der Erfolg des Göttinger Kooperationsmodells Grundstücksentwässerung zeigt sich u.a. an der Anzahl der Nachfragen zur Notwendigkeit oder zum Ausmaß der notwendigen Arbeiten. Sie lag bis zu einer Erhebung im Jahr 2004 bei etwa 5% der Eigentümer. Unterstützt durch telefonische Beratungen, schriftliche Aufklärungsarbeit und Ortstermine ergaben sich außerdem nur bis zu 20 Widersprüche pro Jahr, die aber mit Hinweis auf die Abwassersatzung überwiegend abgeschlagen werden konnten. Weitere 5% der Eigentümer/Jahr mussten mit erneuten Anschreiben auf die Inspektions- oder Sanierungserfordernisse ihrer Anlagen hingewiesen werden (IKT, 2004).

6.2 Zusammenstellung fachlicher/technischer Qualitätssicherungsinstrumente

Die Qualität einer ordnungsgemäßen Abwasserbeseitigung im Grundstücksentwässerungsbereich sichert eine fachgerechte Sanierungsausführung, die dann gegeben ist, wenn die Arbeiten unter Einhaltung aller Regeln und Normen von Fachkräften sorgfältig durchgeführt werden. Im Folgenden werden technische Regelwerke zur Grundstücksentwässerung aufgeführt:

- DIN EN 752 „Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden“ (2008),
- DIN 1986 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“ Teil 3 (2004) bis 4 (2011), Teil 30 (2012) und Teil 100 (2008),
- DIN EN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ (1997),
- DIN EN ISO 11296 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen)“ Teil 1, Teil 4 (2011),
- ATV-DVWK-M 143-1 „Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 1 (2004), Teil 20 (2005),
- DWA-M 190 „Eignung von Unternehmen für Herstellung, baulichen Unterhalt, Sanierung und Prüfung von Grundstücksentwässerung“ (2009).

Zur Gewährleistung einer fachgerechten baulichen Sanierung ist eine Qualitätssicherung notwendig. Die Qualitätssicherung muss für alle Sanierungsarbeitsphasen von der Arbeitsvorbereitung bis zum Ende der Gewährleistung garantiert werden.

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten muss der sanierte Leitungsabschnitt optisch inspiert (Überprüfung, dass keine Glasfaserrückstände, hydraulisch nachteilige Falten oder Werkstoffreste vorhanden sind) und auf Dichtheit geprüft werden. Die Dichtheit ist grundsätzlich mittels Wasser nach DIN EN 1610 zu prüfen. In Nennweitenbereich DN 150 bis DN 300 können sanierte Leitungen auch mittels Luft nach den Festlegungen in Tabelle 3 in DIN EN 1610: „Prüfverfahren LB für trockene Betonrohre“ geprüft werden (Kersten, 2005).

In den folgenden Kapiteln werden verschiedene Qualitätssicherungsinstrumente dargestellt, mit welchen eine qualifizierte und fachgerechte Sanierung der Grundstücksentwässerungsanlagen gewährleistet werden kann.

6.2.1 Qualitätssicherungsinstrumente für Sanierungsverfahren: Verfahrenstechnische Eignungsnachweise

Qualitätssicherung durch verfahrenstechnische Eignungsnachweise findet im Rahmen von Versuchen unter simulierten Betriebsbedingungen statt, um die Leistungsfähigkeit des Sanierungsproduktes bzw. -verfahrens nachzuweisen. Auf Basis einer Bauartzulassung werden die mechanischen, hydraulischen und betrieblichen Eigenschaften (z.B. Abriebfestigkeit, Wasserdichtheit, Beständigkeit gegen Abwasserinhaltsstoffe) der eingesetzten Werkstoffe und Werkstoffkomponenten für die ausgewählten Sanierungsverfahren geprüft. Besondere Bedeutung hat die Prüfung der Umweltverträglichkeit der eingesetzten Baustoffe und Bauteile sowohl im Einbauzustand als auch nach dem Einbau. Die Eignungsnachweise sind von einem zugelassenen und unabhängigen Prüfinstitut zu erbringen (DWA-M 143-20, 2005). Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) erteilt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Bauprodukte oder Bauarten auf Antrag des Herstellers oder Anbieters. Zur Beurteilung sind dem zuständigen Sachverständigenausschuss (SVA) des DIBt i.d.R. sowohl experimentelle Untersuchungen als auch eine gutachterliche Stellungnahme vorzulegen, aus denen die Eignung des Produktes für den gewählten Anwendungsbereich hervorgeht. Diese Zulassungen können auch für Verfahren zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen sowie abwassertechnische Anlagen im Grundstücksbereich erteilt werden. Mittlerweile gibt es für viele Sanierungsmethoden bauaufsichtliche Zulassungen, u.a. auch für einige Schlauchliningverfahren.

In-Situ-Prüfungen sollen zeigen, dass mit der angegebenen Ausrüstung, den genannten Baustoffen und Bauteilen, die gekennzeichneten Schadenszustände saniert werden können. Bei durchgeführten In-Situ-Prüfungen zur Machbarkeit vor Ort ist der Erfolg der Sanierungsmaßnahmen im Wesentlichen von der richtigen Ausführung abhängig. Daher werden in den allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen des DIBt Bestimmungen für die Ausführung festgelegt.

Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Sanierungsverfahren enthalten nicht nur eine Festlegung zur werkeigenen Produktionskontrolle und zur Fremdüberwachung, sondern

auch zur Ausfertigung einer Übereinstimmungserklärung. Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten auf einem Grundstück ist diese Übereinstimmungserklärung vom Ausführenden des Sanierungsverfahrens dem Auftraggeber (hier: dem Grundstückseigentümer) zu übergeben. Die Übereinstimmungserklärung weist darauf hin, dass die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen unter Beachtung aller Bestimmungen der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ausgeführt wurden.

Die Zulassungsgrundsätze bzw. die vorläufigen Prüfprogramme sind jedoch nicht für alle Sanierungsverfahren gleich strukturiert. Verfahrensbedingte bzw. antragsbezogene zusätzliche oder abweichende Anforderungen sind möglich. Grundsätzlich gilt, dass ein Antragsteller die Verwendbarkeit seines Sanierungsverfahrens im Rahmen des Zulassungsverfahrens nachweist. Das DIBt ist bestrebt, darauf zu achten, dass nur sinnvolle und für den Nachweis der Verwendbarkeit notwendige Prüfungen durchgeführt werden.

Am Beispiel Schlauchlining sollen nachstehend allgemeine Hinweise zu bauaufsichtlichen Zulassungen gegeben werden.

Unter Beteiligung von Sachverständigen vom DIBt wurden die „Zulassungsgrundsätze für die Sanierung von erdverlegten Abwasserleitungen der Grundstücksentwässerung“ für Schlauchliningverfahren und andere Verfahren erarbeitet. Diese sind in Abbildung 6-2 dargestellt. Die Zulassungsgrundsätze und das jeweilige Prüfprogramm werden dem Antragsteller zur Unterstützung der Nachweisführung zur Verfügung gestellt.

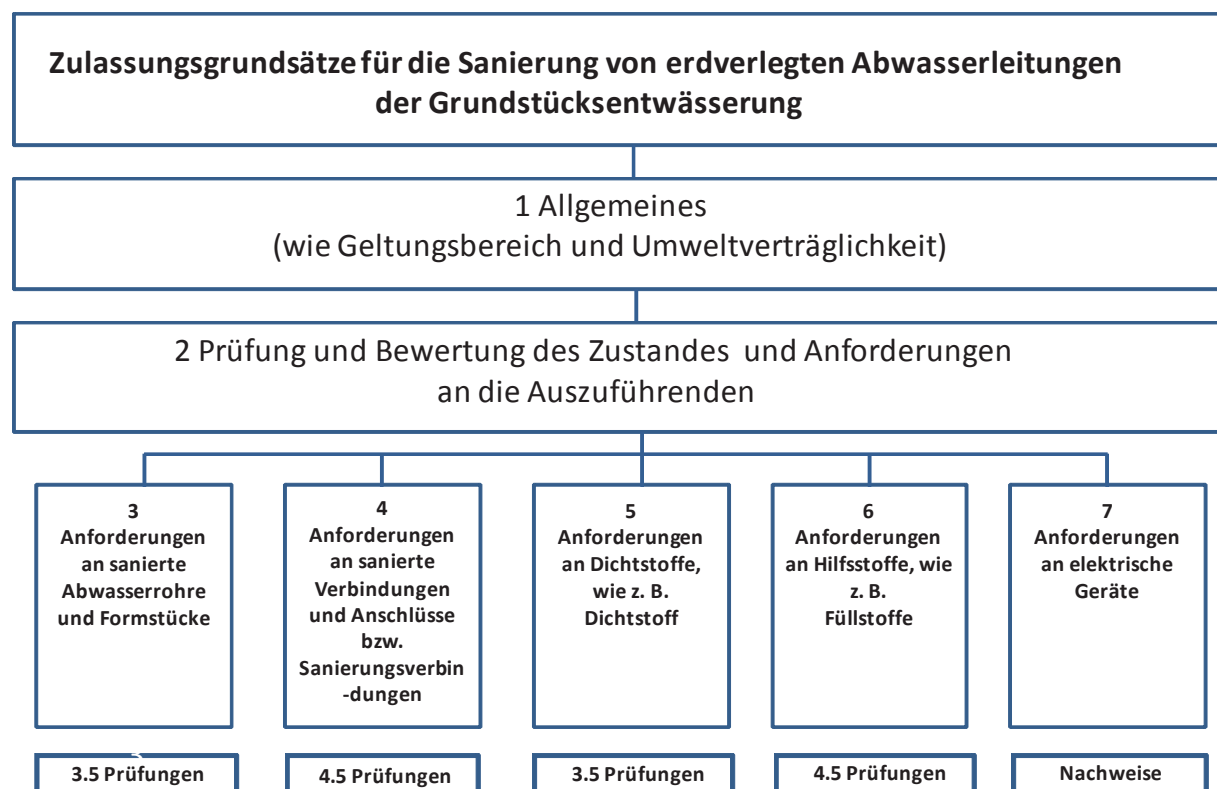


Abbildung 6-2: Zulassungsgrundsätze für die Sanierung erdverlegter Abwasserleitungen der Grundstücksentwässerung (Wagner, Kersten, 2008)

Nach den Zulassungsgrundsätzen ist die Verwendbarkeit von Schlauchliningverfahren in zwei Bereichen nachzuweisen: Umweltverträglichkeit und bautechnische Eignung (Kersten, 2005).

Zum Nachweis der Umweltverträglichkeit der eingesetzten Werkstoffe und Werkstoffkomponenten hat der Antragsteller das entwickelte Schlauchliningverfahren und den Lineraufbau hinreichend detailliert zu beschreiben sowie Rezepturen und chemische sowie physikalische Werkstoffeigenschaften anzugeben. Ein gesonderter Sachverständigenkreis, gebildet aus Vertretern von Aufsichts-, Forschungs- und Prüfeinrichtungen des Bundes und der Länder beurteilt den Nachweis der Umweltverträglichkeit.

Zum Nachweis der bautechnischen Eignung von Schlauchliningverfahren soll der Antragsteller dem DIBt Verfahrensgrenzen der Schlauchliner angeben und erläutern, welche Schadenszustände mit welchem spezifischen Schlauchliningverfahren saniert werden können (entsprechend Merkblatt ATV-DVWK-M 127-2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren).

Zum Nachweis der bautechnischen Eignung sind in der Regel Prüfungen in Prüflaboratorien und in situ erforderlich.

In Prüflaboratorien werden Prüfkörper, die für die Sanierung eingesetzt werden, auf folgende spezifische Eigenschaften untersucht: Haftzugfestigkeit, Schrumpfverfahren, Aushärtung, Wandaufbau, Wanddicke nach Aushärtung, Wasserdichtheit des Wandaufbaus (ohne Folie), Beständigkeit gegenüber Belastungen durch Abwasser nach DIN 1986-3 bei unbekannten Harzen, die keinem genormten Harz entsprechen (insbesondere die Beständigkeit im Bereich pH 2 bis pH 12), Temperaturverhalten entsprechend den Anforderungen von DIN EN 476, Harzanteil, ggf. Glasanteil (Kersten, 2005).

6.2.2 Unternehmensbezogene Qualitätssicherung

Für Unternehmen existieren zurzeit folgende Qualitätssiegel auf dem Markt der Zustandsprüfungen und Sanierungen von Grundstücksentwässerungsanlagen:

- DIN-Zertifikat für Fachbetriebe der Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA)
- VDRK-Gütesiegel für Firmen der Rohr-, Kanalreinigung und TV-Inspektion (Gütesiegel RR, Gütesiegel KR, Gütesiegel TV)
- RAL-Gütezeichen Grundstücksentwässerung RAL-GZ 968 für Firmen im Bereich der Herstellung, des baulichen Unterhalts, Sanierung und Prüfung

DIN CERTCO, eine Zertifizierungsgesellschaft der TÜV Rheinland Gruppe und des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., zertifizieren und registrieren ein breites Spektrum an Produkten, Dienstleistungen, Fachbetrieben und Personen (DIN CERTCO, 2013).

Gemeinsam mit dem Verband der Rohr- und Kanaltechnik-Unternehmen (VDRK) e. V. und dem Rohrleitungssanierungsverband e. V. (RSV) hat DIN CERTCO die **Zertifizierung zum Fachbetrieb für die Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen nach DIN 1986-30** entwickelt (wwt, 2013).

Die Prüfung bei dieser Zertifizierung besteht aus vier Teilen, die durch von DIN CERTCO anerkannte Auditoren vorgenommen wird. Bei der Antragsstellung werden die Voraussetzungen zur angestrebten Zertifizierung geprüft. Bei der Inspektion vor Ort werden die Einrichtung und die Ausrüstung begutachtet. Es finden neben der Überprüfung von Dokumenten und Selbstauskünften zu Qualitätssicherungsmaßnahmen auch Auditgespräche mit dem Fachpersonal statt. Mindestens ein Sanierungsobjekt wird inspiziert und beurteilt. Im Zuge der Bewertung und Zertifizierung entscheidet DIN CERTCO auf Basis der Antragsunterlagen und des Inspektionsberichtes, ob der Fachbetrieb alle festgelegten Zertifizierungsanforderungen erfüllt. Mit positivem Bescheid wird das Zertifikat und das Nutzungsrecht für das Qualitätszeichen „DIN-Geprüfter Fachbetrieb zur Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen“ vergeben. Der Betrieb wird während der Gültigkeitsdauer des Zertifikates (5 Jahre) laufend überwacht. Der Zertifikatinhaber ist verpflichtet, DIN CERTCO alle relevanten Änderungen des Betriebes im Hinblick auf das Qualitätszeichen mitzuteilen, was ggf. ein erneutes Audit erforderlich macht (DIN CERTCO, 2013).

Der **Verband der Rohr- und Kanal-Technik Unternehmen e.V. (VDRK)** bietet im Rahmen einer firmenbezogenen Zertifizierung Gütesiegel für folgende Tätigkeitsfelder an:

- **Gütesiegel RR: Rohrreinigung bis DN 200**
- **Gütesiegel KR: Kanalreinigung ab DN 200**
- **Gütesiegel TV: Kanalinspektion**

Der VDRK hat zur Erlangung der VDRK Gütesiegel folgende Voraussetzungen festgelegt:

- Verpflichtende Mitgliedschaft des Antragsstellers im VDRK von 12 Monaten im Vorfeld einer Zertifizierung
- Antragsteller muss mindestens drei Jahre im Gewerk der Rohr- und Kanaltechnik tätig sein
- Nach Antragseinreichung sind vom Antragssteller Prüfbögen auszufüllen. (Vorprüfungen durch den vom Vorstand benannten Prüfer erfolgen, um Wiederholungsprüfungen zu vermeiden.)
- Ein Mitglied des Betriebes muss die Fortbildungslehrgänge der DEULA (<http://www.arge-deula.de>) erfolgreich abgeschlossen haben.
- Einhaltung der Prüfkriterien und der Vorgaben zur Eigenkontrolle durch den Betrieb
- Eigenkontrollen der Unternehmen werden durch den VDRK fremdüberwacht

Der VDRK unterscheidet bei der Vergabe seiner Gütesiegel nicht zwischen Firmen mit Betätigungsschwerpunkten im Kanal- oder Grundstücksentwässerungsbereich und variiert somit z.B. nicht die Vorgaben zur technischen Ausrüstung. Bisher beziehen diese sich vorwiegend auf die öffentliche Kanalisation.

Der VDRK bietet darüber hinaus den durch ihn nachweislich qualifizierten Unternehmen die personengebundene Qualifizierung im Bereich der Grundstücksentwässerung mit einem **VDRK-Sachkundeausweis** Grundstücksentwässerung (Reinigung/TV-Inspektion/Dichtheitsprüfung) an. Neben der fachlichen Qualifikation des Ausweisinhabers ist damit die Verfügbarkeit bestimmter technischer Ausrüstungen und Einrichtungen, in Anlehnung an RAL 961 und Anerkennung des Sachverständigenausschuss verbunden. Demnach verliert der VDRK-Sachkundeausweis immer seine Gültigkeit, sobald der Inhaber den Arbeitgeber wechselt (VDRK, 2013).

Die **RAL Gütezeichen** werden durch Gütegemeinschaften, die von RAL anerkannt sind, an Hersteller und Dienstleister verliehen, die sich freiwillig zur Einhaltung von festgelegten Anforderungen für bestimmte Produkte oder Dienstleistungen bereit erklären.

Der Geltungsbereich der Gütesicherung Grundstücksentwässerung RAL-GZ 968 wird „für die Herstellung und Instandhaltung von privaten Abwasserleitungen und -kanälen nach DIN 1986 ≤ DN 250 auf Grundstücken“ definiert. Die Beurteilungsgruppen des RAL-GZ 968 sind unterteilt in

- K-GE 2 und K-GE 1 für Neubau, Reparatur, Erneuerung und Prüfung der Grundstücksentwässerungsleitungen in offener Bauweise mit und ohne Verbau sowie
- R-GE, Reinigung
- I-GE, Inspektion und
- D-GE, Dichtheitsprüfungen von Abwasserleitungen und Kanälen aller Werkstoffe und Nennweiten ≤ DN 250 sowie den dazu gehörenden Bauwerken auf Grundstücken.

Darüber hinaus sind Gruppen für Arbeiten an Fett- und Leichtflüssigkeitsabscheidern, Kleinkläranlagen und Abwassersammelgruben vorhanden. Gütezeichen werden erteilt, wenn ein Unternehmen die notwendige Qualifikation, Erfahrung und Zuverlässigkeit bei der Bauausführung im Bereich privater Grundstücksentwässerungsleitungen mitbringt. Neben den erforderlichen Betriebseinrichtungen und Geräten muss das Personal fachlich qualifiziert sein. Eine vollständige Dokumentation zur Eigenüberwachung wird erwartet. Jeder RAL-Gütezeichenbenutzer verpflichtet sich, die Güte- und Prüfbestimmungen einzuhalten und Überwachungsprüfungen seiner gütegesicherten Leistungen zuzulassen (RAL GEW, 2013).

6.2.3 Personenbezogene Qualitätsinstrumente

Generell gilt, dass Einzelpersonen mit entsprechenden Zulassungsvoraussetzungen durch Teilnahme an einer Schulung Sachkunde erlangen können. Möglich ist die Qualifizierung zum

- Sachkundigen bei Dichtheitsprüfungen
- zertifizierten Kanal-Sanierungs-Berater oder zum
- zertifizierten Berater Grundstücksentwässerung.

In mindestens zweitägigen Kursen zur Erlangung der **Sachkunde bei Dichtheitsprüfungen** wird die sachgerechte Anwendung von zuständigen Gesetzen, Regelwerken und den allgemein anerkannten Regeln der Technik für die Durchführung von Dichtheitsprüfungen vermittelt. Der Nachweis der angeeigneten Qualifikation erfolgt abschließend mit theoretischen und praktischen Prüfungen. Mit diesem Nachweis war es bisher möglich, die Sachkunde durch die Industrie- und Handelskammer in NRW, die Handwerkskammern des Westdeutschen Handwerkskammertags und die Ingenieurkammer-Bau NRW feststellen zu lassen. Die Nicht-Mitglieder der aufgeführten Kammern konnten einen Antrag auf Feststellung der Sachkunde für die Durchführung der Dichtheitsprüfung von privaten Abwasserleitungen gemäß Landeswassergesetz (LWG) beim Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) stellen. Ein Sachkundenachweis wurde auf Personen ausgestellt; ein Arbeitgeberwechsel ist dem Erteilungsgremium mitzuteilen. Alle von den Kammern und durch das LANUV anerkannten Sachkundigen werden in einer landesweiten Liste geführt, die auf der Internetseite des LANUV einsehbar ist (DWA NRW, 2013).

Mit Änderung des Landeswassergesetzes (insb. §61 (2) LWG in der Fassung vom 17.5.2013) ist die oberste Wasserbehörde ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Landtags Regelungen zu treffen über Anerkennung bzw. Aberkennung der Sachkunde durch die zuständige nordrhein-westfälische Handwerkskammer, Industrie- und Handelskammer oder Ingenieurkammer Bau. Diese Rechtsverordnung steht z.Z. noch aus.

Des Weiteren können sich Einzelpersonen zum **zertifizierten Kanal-Sanierungs-Berater** (ZKS-B) fortbilden. Dabei handelt es sich um ein Angebot des Instituts für unterirdische Infrastruktur (IKT), der technischen Akademie Hannover und dem Verband zertifizierter Sanierungs-Berater für Entwässerungssysteme e.V. (VSB). Der VSB wurde zu Ausbildungszwecken von der Fördergemeinschaft für die Sanierung von Entwässerungskanälen und –leitungen gegründet. Die Träger der Fördergemeinschaft sind DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Güteschutz Kanalbau e. V., Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V., Rohrleitungssanierungsverband e. V., Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V.. Das Ziel der Zertifizierung ist die Förderung der Qualifikation von Mitarbeitern im Bereich der Kanalsanierung sowohl von Städten und Kommunen als auch von Ingenieurbüros und Sanierungsfirmen. Der Kurs "Zertifizierter Kanal-Sanierungs-

Berater" dauert zwei bis vier Wochen (60-188 Unterrichtsstunden) und umfasst die Themen Kanalbau, Kanalinspektion, Schadensbilder, Bauwerksaufnahme, Dichtheitsprüfung, Sanierungsstrategien und Fallbeispiele, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Bau- und Vergaberecht, Kenntnisse über Materialkunde, Ausschreibung und Bauausführung gemäß VOB (2009), Instandsetzungs- Sanierungs- und Erneuerungsverfahren sowie die Entwicklung von Sanierungskonzepten. Nach erfolgreicher Teilnahme an den schriftlichen Kontrollprüfungen und einer abschließenden mündlichen Prüfung anhand einer zu erarbeitenden Präsentation erhalten die Teilnehmer ihr Zertifikat. Die Teilnahmegebühren für den Zertifizierungskurs liegen zwischen 2.000 € und 4.000 € (Zertifizierter Kanal-Sanierungs-Berater, 2011).

Das Zusatzzertifikat zum **zertifizierten Berater Grundstücksentwässerung** (ZBG) ist durch einen Lehrgang, der das Wissen des zertifizierten Kanal-Sanierungsberaters voraussetzt, zu erlangen (VSB, 2013). Die Lehrgänge werden jeweils vom VSB und dem IKT angeboten. In diesen Kursen werden die Rechtsgrundlagen auf Privatgrundstücken, die normgerechte Planung von neuen Grundstücksentwässerungsanlagen, sowie die Möglichkeiten zur fachgerechten Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen vermittelt.

6.2.4 Qualitätssicherung durch Kontrolle von Dritten

Verbände wie der Verband unabhängiger Sachkundiger für Dichtheitsprüfungen von Abwasseranlagen (VuSD) stehen den privaten wie auch kommunalen Netzbetreibern als Berater und Begleiter zur Verfügung. Diese Zusammenschlüsse qualifizierter Personen zeichnen sich dadurch aus, dass sie die Abläufe der Prüfung und Beratung strikt von der gewerblichen Sanierung trennen und dadurch keine wirtschaftlichen Interessenskonflikte Einfluss auf die Beratung ausüben.

Ähnlich kann die Leistung von Ingenieurbüros eingestuft werden. Sie bieten in der Regel Planungsleistungen in den verschiedenen Stufen einer Zustandsprüfung und der ggf. anschließenden Sanierung an. Je nach Beauftragung widmen sie sich lediglich einzelnen Teilaspekten (z.B. der Beratung hinsichtlich kostengünstiger und fachlich einwandfreier Sanierungsmöglichkeiten) oder sie betreuen ihren Auftraggeber bei der Suche nach geeigneten Inspektionsunternehmen bis zur Sanierungsabnahme. Dabei agieren die Ingenieurbüros im Allgemeinen unabhängig von den funktionsprüfenden oder sanierenden Unternehmen.

Diese unabhängige Fachberatung durch zertifizierte Sachverständige oder zertifizierte Berater kann Qualitätssicherung forcieren. Die Kosten für diese Dienstleistung können zwischen 1.000 und 1.500 € betragen (Datenbasis: Aufwand für ingenieurmäßige Tätigkeiten auf jedem Grundstück ca. 16,5 Stunden (Tempelmann, 2009) bei einem Stundenlohn von 60-80 €). Trotz dieser Investitionen sparen die Eigentümer zukünftig weitere Kosten, vor allem im Hinblick auf eine wiederholende Funktionsprüfung.

6.2.5 Qualitätssicherung durch den Gesetzgeber

Das Land Nordrhein-Westfalen kann bei der Qualitätssicherung eine maßgebliche Rolle einnehmen, indem es per Gesetz oder Verordnung einen landesweit einheitlichen Rahmen mit grundlegenden Anforderungen vorgibt. Bisher konzentrierte sich das Land insbesondere auf Vorgaben im Zusammenhang mit der Zustands- und Funktionsprüfung. Im Landeswassergesetz und in Erlassen zu diesem Gesetz wurden bis März 2013 Festsetzungen zur kommunalen Beratungspflicht bei Zustandsprüfungen, zu einer Musterprüfbescheinigung, zur Zulassung nur bestimmter zertifizierter Personenkreise zur Prüfung und zur Schadensbildbewertung gemacht. Wie diese Vorgaben weiterentwickelt werden können, ist den Ergebnissen des Forschungsvorhabens „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung - Entwicklung von Abnahmekriterien, Projekthandbuch“ (Hippe et al., 2012) zu entnehmen.

Im Zusammenhang mit der eigentlichen Sanierung sollte rechtlich geprüft werden, ob auch hier weitere Vorgaben gemacht werden können.

Neben einer kommunalen Beratungspflicht zum Thema Funktionsprüfung sollte auch eine Beratungspflicht zur Sanierung bestehen. Denn sobald diese erforderlich wird, steht der Eigentümer vor einer weiteren, sehr komplexen Aufgabe, bei der er unbedingt auf unabhängige und ggf. gebührenfinanzierte (§53 (c) Abs. 1 LWG NRW) Beratung zurückgreifen können sollte.

Wünschenswert wäre auch eine Ausweitung der Zertifizierungspflicht für alle Personen, die ein Sanierungskonzept erstellen möchten. Mit der Fortbildung und Prüfung dieser Personen im Zuge der Zertifizierung kann gewährleistet werden, dass ihnen alle ausschlaggebenden bautechnischen Randbedingungen bekannt sind, sie die Rechtslage verinnerlicht haben und dass insbesondere alle relevanten und praxistauglichen Sanierungsverfahren in ihre Konzepte mit einbezogen werden. So könnte das gesamte Spektrum der vielfältigen Sanierungsverfahren im Sinne der Wirtschaftlichkeit ausgeschöpft werden.

Alle zertifizierten Berater Grundstücksentwässerung könnten, ähnlich wie die Sachkundigen zur Dichtheitsprüfung, von den Kammern und Verbänden in Listen zusammengefasst werden. Allerdings gilt auch für diese neue Liste, wie für die bereits bestehende Liste der Sachkundigen, dass es möglich sein muss, Zertifizierte unter bestimmten Voraussetzungen auch wieder aus der Liste zu streichen.

Um die Bewertung der Ergebnisse der Funktionsprüfung und hier insbesondere der optischen Prüfung zu vereinheitlichen, sollten für alle Eigentümer die gleichen Maßstäbe zugrunde gelegt werden. Welcher Schaden zu welcher Sanierungspriorität und –frist führt, kann der DIN 1986 Teil 30 (2012) oder dem in Überarbeitung befindlichen Bildreferenzkatalog – Private Abwasserleitungen (2011) entnommen werden. Das Land kann diese Dokumente per Gesetz, über eine Rechtsverordnung oder per Erlass verbindlich einführen und somit für eine landesweite Anwendung sorgen.

Darüber hinaus zeigen die Projektergebnisse, dass eine Verpflichtung zum Nachweis der Funktionstüchtigkeit im Anschluss an die Sanierung dazu beitragen kann, die Qualität der Sanierungen zu verbessern und das eigentliche Sanierungsziel – die funktionsfähige, dichte Entwässerungsanlage – tatsächlich zu erreichen.

6.3 Die funktionstüchtige (dichte) Grundstücksentwässerungsanlage: Das QS-Handbuch zur Sanierung

Die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Forschungsvorhaben werden in einen Handbuch („QS-Handbuch“) zusammengefasst (s. Anhang). Ziel des Handbuchs ist es, konkrete Hinweise zur Vermeidung von Fehlerquellen zu geben, um die Sanierungsergebnisse zu verbessern.

Das QS-Handbuch wendet sich dazu an Multiplikatoren wie Vertreter von Kommunen, Ingenieurbüros, Wohnungsbaugesellschaften oder -genossenschaften und ausführenden Unternehmen. Auch privaten Bauherren bietet es bei kleineren Maßnahmen, z.B. an Einfamilienhäusern, wertvolle Hinweise.

Es handelt es sich um ein aus sich heraus verständliches, eigenständiges Ergebnis des Forschungsprojektes. Folglich kann es, mit einem ansprechenden Layout versehen, gedruckt und auf Internetseiten des Landes zu Informationszwecken veröffentlicht werden.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Erhaltung oder Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit privater Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA) ist eine anspruchsvolle Aufgabe für Kommunen, Ingenieurbüros, ausführende Unternehmen und nicht zuletzt für den Grundstückseigentümer. In Nordrhein-Westfalen liegen als Ergebnis zahlreicher Untersuchungen aus den vergangenen Jahren bereits vielfältige Erfahrungen mit der Dichtheitsprüfung und der erforderlichen Sanierung der privaten GEA vor.

Das hier vorgestellte Forschungsvorhaben widmet sich der Qualitätssicherung bei der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen privater Hausanschlussleitungen. Dabei stützen sich die Betrachtungen zur Qualitätssicherung auf die Untersuchung bereits sanierter Grundstücksentwässerungsanlagen von verschiedenen Wohnobjekten zweier Wohnungsbaugesellschaften. Obwohl die Liegenschaften von Wohnungsbaugesellschaften eher aus größeren Objekten bestehen, konnten die ausgewählten Wohnobjekte und die somit zu betrachtenden Grundstücksentwässerungsanlagen so gewählt werden, dass sie bzgl. Dimension, Länge, Schadensart und -häufigkeiten vergleichbar mit Objekten privater Grundstückseigentümer sind, welche nur über ein bis zwei Wohneinheiten verfügen.

Die Notwendigkeit und der Umfang einer Sanierung ergeben sich in aller Regel aus einer optischen Inspektion der GEA. Die Erfahrungen aus diesem Forschungsvorhaben zeigen, dass hierbei unterschiedliche Ergebnisse in Bezug auf die Qualität der durchgeführten Inspektionen zu erwarten sind. Die Motivation des Inspektors, auch schwer erreichbare Leitungsabschnitte zu untersuchen, ist bei einer Vergütung des Stundenaufwandes höher als bei Abrechnung der durchgeführten Leistungen über die Inspektionslänge oder über eine Pauschale je Grundstück. Da die vollständige und gewissenhafte Inspektion durch geschultes Fachpersonal wesentliche Grundvoraussetzung für eine aussagekräftige Dichtheitsprüfung und eine ggf. notwendige Sanierungsplanung ist, sollte seitens des Eigentümers besonderer Wert auf diese gelegt werden.

Entscheidender Baustein des Forschungsvorhabens ist es, Sanierungen, die bis zu sieben Jahre zurück liegen, bzgl. des heute vorzufindenden Sanierungserfolgs neu zu bewerten. Dazu werden insgesamt sieben Merkmale erfasst, die als nicht wünschenswerte Abweichung vom geplanten Sanierungserfolg einzuordnen sind. Mindestens drei der sieben im Vorhaben erfassten Merkmale hätten bereits unmittelbar nach Abschluss der Sanierungsarbeiten (z.B. bei einer Abnahme der Sanierungsarbeiten im Sinne der VOB/B oder des BGB) festgestellt werden können. Dazu zählen „Beulen“, „fransige Ausführung“ und „mangelnde Einbindung“. Die anderen vier Merkmale („Abnutzung“, „Verfärbung“, „Materialablösung“ und „Unterbogen“) sind erst nach einer gewissen Nutzungsdauer festzustellen. Da die betrachteten Sanierungen aber alle maximal bis ins Jahr 2004 zurückreichen, ist davon auszugehen, dass diese Zustandsmerkmale bei einer erneuten optischen Inspektion vor Ende der Gewährleistung

hätten erkannt werden können. Aber sowohl eine Abnahme- als auch eine Gewährleistungsuntersuchung werden bisher in der Praxis kaum durchgeführt. Damit bleibt eine wichtige und vor allem sehr erfolgversprechende Möglichkeit zur Qualitätssicherung ungenutzt. Die untersuchten Objekte weisen zwischen 0,13 und 0,17 Merkmalkodierungen⁴ je Meter sanierter Länge auf. Hochgerechnet entspricht dies einer Merkmalkodierung auf einer Strecke von rd. 6 bis 7 m. Oder: Bei einer durchschnittlich 44 m langen GEA eines Objekts (wovon ca. 24 m mit verschiedenen Verfahren saniert wurden) ist davon auszugehen, dass im Durchschnitt drei bis vier Merkmalkodierungen pro Objekt auftreten, die frühzeitig erkannt und somit behoben hätten werden können. Auch wenn Unterbögen bewusst in Kauf genommen werden können, liegen bei 70 % aller Objekte mehr als ein und bei fast 20 % der Objekte mehr als vier Merkmalkodierungen vor.

Es sollte im Interesse des Grundstückseigentümers liegen, Abnahmen und erneute Inspektionen vor Ende der Gewährleistung durchführen zu lassen. Werden diese mit der eigentlichen Sanierung beauftragt, können Auftraggeber und Auftragnehmer (und Kommune!) davon ausgehen, dass auch nach fünf Jahren ein funktionstüchtiges Leitungsnetz für die häusliche Abwasserentsorgung zu erwarten ist.

Um eine unabhängige Überwachung von Sanierungsmaßnahmen zu erhalten, kann die Kommune auch selbst eine stichprobenartige Untersuchung veranlassen. Auch mit dieser Maßnahme ist zu erwarten, dass die Qualität der Sanierungen weiter zunimmt. Dazu kann die Kommune entweder versuchen, die Ergebnisse der Abnahmeuntersuchungen ihrer Bürger zu erhalten oder sie führt stichprobenartig eigene wiederholende Untersuchungen an bereits sanierten Leitungen durch. Werden hierbei Daten systematisch gewonnen, sollten diese nicht nur auf kommunaler Ebene, sondern bestenfalls zentral gesammelt und verfügbar gemacht werden. Somit könnte allen interessierten Institutionen oder Personen (Ingenieurbüros, Eigentümer, Wasserbehörden, Hersteller, Bauunternehmen etc.) aufgrund von Hinweisen, generiert aus realen Ausgangsdaten, die bisher geleistete Qualität verbessern. Über eine größere Zahl untersuchter Sanierungen könnte dann auch gezielter auf die relevantesten Problemfelder eingegangen werden. Denkbar ist diese zentrale Datensammlung auf Ebene des Landes.

Die im Vorhaben untersuchten Materialproben zeigen Fehlerquellen bei der Sanierung mit vor Ort erstarrenden Linerprodukten auf. Durch die begrenzte Probekörperanzahl ist eine allgemeine Beurteilung über die grundsätzliche Eignung dieser Sanierungsverfahren nicht möglich. Die Ergebnisse bekräftigen aber die Empfehlung zur Durchführung von exakten

⁴ Es ist zu prüfen, welche Merkmalkodierung im jeweiligen Einzelfall auf einen Mangel hinweist. Welche Abweichungen von der optimalen Beschaffenheit zum tatsächlichen Zustand ein Mangel ist, ist nach VOB/B und BGB unterschiedlich festgelegt (vgl. dazu Scheffler, Rohr-Suchalla, 2010).

Voruntersuchungen (Kalibrierung), zur gründlichen Reinigung des Altrohres vor der Sanierung, zur fachgerechten Anwendung der Sanierungsverfahren und zu Abnahmeuntersuchungen per TV-Inspektion.

Die Beauftragung einer ingenieurtechnischen Begleitung kann den Eigentümer auf dem Weg hin zu einem wieder voll funktionstüchtigen Entwässerungsnetz unterstützen und ist allein aufgrund der Komplexität des Themas zu empfehlen. Bei einer qualifizierten Beratung seitens der Kommune ist der Grundstückseigentümer aber auch ohne ein Ingenieurbüro in der Lage, eine Sanierung zu beauftragen und zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen. Die Inanspruchnahme dieser Beratung ist ggf. für ihn aufwendiger aber kostenfrei.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen lassen erkennen, dass sich die Beauftragung eines Ingenieurbüros insbesondere bei größerem Sanierungsumfang auch finanziell lohnt, da von einer höheren Nutzungsdauer der GEA auszugehen ist. Demzufolge sollten Privateigentümer prüfen, ob sie sich nicht zu Auftraggebergemeinschaften zusammenschließen, um diesen finanziellen Vorteil auszuschöpfen. Die in diesem Vorhaben zusammengetragenen Daten ergeben, dass die Instandhaltungsarbeiten der GEA bezogen auf eine angesetzte Nutzungsdauer von 50 Jahren ca. 1-3 % der Gesamtinstandhaltungskosten eines Gebäudes verursachen. Professionelle Beratung und Unterstützung kann diesen Betrag unter bestimmten Voraussetzungen weiter verringern. Einzeleigentümer vieler Liegenschaften (z. B. Wohnungsbau-gesellschaften) sollten prüfen, ob ein unternehmenseigener Mitarbeiter zur Organisation, Planung und Beauftragung der Sanierungen und Dichtheitsprüfungen verpflichtet wird. Diese Tätigkeit kann auch in Kooperation mit einem Ingenieurbüro ausgeübt werden. Würde zukünftig eine ggf. landesweite Dokumentation durchgeführter Sanierungen vorliegen, könnte der Effekt professioneller Sanierungsplanung und –begleitung noch besser quantifiziert werden.

Nach Auswertung der im F&E-Vorhaben gewonnenen Datensätze ist festzustellen, dass eine aktive Begleitung der Dichtheitsprüfungen und Sanierungsarbeiten durch den Eigentümer zu besser dokumentierten und nachvollziehbaren Ergebnissen führt. Nimmt also der Eigentümer oder der durch ihn Beauftragte eine aktive Rolle bei der Dichtheitsprüfung und allen Folgearbeiten ein, erhält er eine prüffähige Schlussrechnung und gute aktuelle Planunterlagen seiner Liegenschaft.

Im Zusammenhang mit der landesgesetzlichen Verpflichtung zur Dichtheitsprüfung privater GEA ist das Land NRW zur Unterstützung der Eigentümer dazu übergegangen, eine landesweite Liste sachkundiger Dichtheitsprüfer zu führen. Grundsätzlich hat sich diese Liste bewährt, wobei zweifelsohne Teilaspekte verbessert werden können. Es ist zu prüfen, ob auch für den Bereich der Sanierung (Sanierungsplanung und ausführende Unternehmen) eine Landesliste initiiert werden sollte. In den für die Sanierungsplanung geführten Teil der Liste können Personen aufgenommen werden, die als zertifizierte Berater Grundstücksent-

wässerung qualifiziert sind. In dem Teil der Liste zur Bauausführung können Unternehmen oder Personen gelistet werden, die über die entsprechenden RAL-Gütesiegel verfügen. Vor dem Hintergrund der ersten Erfahrungen mit der Landesliste zertifizierter Dichtheitsprüfer erscheint es wichtig, die Listen regelmäßig (beispielsweise im Abstand von zwei Jahren) zu aktualisieren. Personen, die nicht kontinuierlich an den erforderlichen Weiterbildungen teilnehmen oder die aus anderen Gründen kein weiteres Interesse an der Beibehaltung ihres Status haben, müssen regelmäßig von der Liste gelöscht werden. Dies gewährleistet auch, dass die Aussagekraft der Liste und das Vertrauen der Nutzer in diese bestehen bleibt. Die Vorgaben des Verbands Deutscher Rohr- und Kanal-Technik-Unternehmen zur Aufstellung seiner eigenen Sachverständigenliste enthalten hierzu gut Hinweise (VDRK, 2013).

Derzeit gibt es viele und umfassende gesetzlichen Anforderungen, erläuternde Hinweise und einschlägige Arbeitsanweisungen für qualitativ hochwertige Sanierungen im Bereich privater Grundstücksentwässerungen. Die Fülle dieser Vorgaben macht es für den privaten Eigentümer als Laie auf dem Gebiet der Sanierung nicht leicht, einen Überblick zu erhalten und die notwendigen Arbeiten kritisch begleiten zu können. Kommune, Ingenieurbüros und Bauunternehmen sollten hier unterstützen. Wesentlich scheint aber die Erkenntnis, dass eine dauerhaft gute Qualität und damit eine auf die Nutzungsdauer einer Immobilie hochgerechnete kostengünstige Sanierung erreicht werden kann, wenn eine ordentliche Abnahme durchgeführt und die Möglichkeit zur Reklamation innerhalb der Gewährleistung genutzt wird. Die meisten Schäden in den sanierten Abschnitten sind innerhalb dieser Zeitspanne bereits zu erkennen und können frühzeitig behoben werden. Dies spart Kosten auf Seiten des Eigentümers und wird langfristig die Ursachen für unzureichende Sanierungen beheben, da die fach- und sachkundigen Sanierer die Planung und die Einbaumethoden/-kontrollen verbessern werden. Die verschiedenen derzeit erhältlichen Sanierungsverfahren bieten sicherlich ihrerseits Optimierungspotential. Dies scheint aber derzeit nicht so sehr ins Gewicht zu fallen wie die zum Teil mangelbehaftete Umsetzung der vorhandenen Arbeitsanweisungen vor Ort.

8 Quellenverzeichnis

- ATV-DVWK-M 143-1 (2004): „Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 1 Grundlagen“, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- ATV-M 143, Teil 6 (1998): -Dichtheitsprüfungen bestehender, erdüberschütteter Abwasserleitungen und -kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck- Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- Ballweg, H. (2010): Sanierungskonzeptionen in der Grundstücksentwässerung, download, abrufbar unter: http://www.ta-hannover.de/newsletter/2010/06_10/ballweg.pdf (Stand 16.02.2012)
- BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz), zuletzt geändert am 24.02.2012 (BGBl. I S. 212)
- BBR (2008): Inspektions- und Sanierungsstrategien für nicht –öffentliche Grundstücksentwässerungsanlagen, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
- Berger, C., Falk, C. (2011): Zustand der Kanalisation - Ergebnisse der DWA-Umfrage 2009, KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Nr. 1/11 (58), S. 24 - 39
- Beyert, J. (2005): Sanierung privater Hausanschlüsse und Grundleitungen – neue Erkenntnisse aus praxisnaher Forschung, 6. Kölner Kanal- und Kläranlagenkolloquium, 06.-07.09.2005, Köln
- BGB (1896): Bürgerliches Gesetzbuch, in der Fassung vom 02.01.2002 (BGBl. I S. 42, 909; 2003 I S.738, zuletzt geändert am 26.06.2013 (BGBl. I S. 1805)
- Bildreferenzkatalog - Private Abwasserleitungen (2011): - Auffälligkeiten und Schäden - (mit Zustandsbewertung und Sanierungsfristen nach E DIN 1986-30), Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Stand Mai 2011, <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/bildreferenzkatalog.pdf>, zuletzt abgerufen 12.02.2013
- BMVBS; BMVg (2010) & (2012): Arbeitshilfen Abwasser. Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaften des Bundes; Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und Bundesministerium der Verteidigung, download unter: <http://arbeitshilfen-abwasser.de> (Stand 26.08.2010 & 16.02.2012)
- Bosseler, B., Schlüter, M., Waade, L. (2003): Qualitätseinflüsse Schlauliner – Stichprobenuntersuchungen an sanierten Abwasserkanälen, IKT, Abschlussbericht, Dezember 2003

- Bosseler, B., Schlüter, M. (2004): Sanierung von Hausanschlussleitungen, Pilotprojekt Stadt Würselen, IKT, Kurzbericht, Januar 2004
- Brandenburg, H. (2011): Arbeitshilfe der StEB Köln „Bewertung und Sanierung von Grundleitungen mit häuslichem Abwasser“, 12. Kölner Kanal und Kanaltagen, Band 15, Aachen
- Bundestags-Drucksache 17/10968 (2012): Schriftliche Fragen mit den in der Woche vom 8. Oktober 2012 eingegangenen Antworten der Bundesregierung, Deutscher Bundestag 17. Wahlperiode, 12.10.2012
- DIN 1986 Teil 3 (2004): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 3: Regeln für Betrieb und Wartung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- DIN 1986 Teil 4 (2011): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 4: Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und -formstücken verschiedener Werkstoffe, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- DIN 1986-30 (2003): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 30: Instandhaltung, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN 1986-30 (2012): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 30: Instandhaltung, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN 1986-100 (2008): „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- DIN CERTCO (2013): Internetpräsenz der DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung, abrufbar unter: <http://www.dincertco.de/de/index.html> (Stand 16.04.2013)
- DIN EN 752 (2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN 1610 (1997): „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- DIN EN ISO 11296-4 (2007): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN ISO 18753 (2006): Hochleistungskeramik - Bestimmung der absoluten Dichte keramischer Pulver mit einem Pyknometer, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN EN 12056 Teil 1 bis 5 (2001): Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden - Teil 1: Allgemeine und Ausführungsanforderungen - Teil 2: Schmutzwasseranlagen, Planung und Berechnung - Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Bemessung - Teil 4: Abwasserhebeanlagen; Planung und Bemessung - Teil 5: Installation

- und Prüfung, Anleitung für Betrieb, Wartung und Gebrauch, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DWA-A 139 (2009): „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- DWA-M 143-17 (2006): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 17: Beschichtung von Abwasserleitungen, -kanälen und Schächten mit zementgebundenen mineralischen Mörteln, Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- DWA-M 143-20 (2005): Sanierung von Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 20: Prüfung und Beurteilung von Sanierungsverfahren; Anforderungen , Prüfkriterien und Prüfeempfehlungen – Schlauchliningverfahren und Kurzliner, Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- DWA-M 149-2 (2006): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- DWA-M 149-3 (2007): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 3: Zustandsklassifizierung und –bewertung, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- DWA-M 190 (2009): Eignung von Unternehmen für Herstellung, baulichen Unterhalt, Sanierung und Prüfung von Grundstücksentwässerungen, Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- DWA NRW (2013): Informationen des DWA-Landesverband Nordrhein-Westfalen zum Thema Grundstücksentwässerung (online), abrufbar unter: <http://www.dwa-nrw.de/landesverband-nrw-grundstuecksentwaesserung.html> (Stand 18.04.2013)
- DWA-THEMEN ES 6.5, (2009): Leitfaden für die Zustandserfassung, -beurteilung und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen, Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- EG-WRRL (2000): Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik – Wasserrahmenrichtlinie Veröffentlichung im Europäischen Amtsblatt 2000/60/EG
- Gaugele, W. (2008): Reparaturverfahren „Roboterverfahren“ „Partielle Liner“, 5. TAH-Sanierungstage in Bonn, Technische Akademie Hannover e. V.
- GG (1949): Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, zuletzt geändert am 11.07.2012 (BGBl. I S. 1478)

- Göttinger Entsorgungsbetriebe (2013): Webpräsenz der Göttinger Entsorgungsbetriebe, abrufbar unter: <http://www.geb-goettingen.de> (Stand 21.03.2013)
- Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961 (2011): Herstellung und Instandhaltung von Abwasserleitungen und – Kanälen, RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt-Augustin
- Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 968 (2011): Herstellung, baulicher Unterhalt, Sanierung und Prüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen, RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt- Augustin
- GSTT Informationen Nr. 14, (2000): Kriterienkatalog zur Auswahl der Bauweise für die Sanierung von Entwässerungsleitungen (Freispiegelleitungen), 1. Auflage, German Society for Trenchless Technology e.V.
- GSTT Informationen Nr. 22 Teil 1, (2007): Nutzungsdauer von mittels grabenloser Bau- und Sanierungsverfahren hergestellten bzw. sanierten Ver- und Entsorgungsleitungen. Teil 1: Abwasserkanäle und -leitungen im Freispiegelentwässerungsverfahren, 1. Auflage, German Society for Trenchless Technology e.V
- Hippe, M., Wedmann, T., Böning, T., Lohse, M., Beck, R. et al. (2012): Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung - Entwicklung von Abnahmekriterien, Projekthandbuch, Entwurf Stand 27.09.2012
- Hoppe, F. (2011): Schlauchliningverfahren, 11. Göttingen Abwassertagen, 22-23.02.2011, download, abrufbar unter: http://www.ta-hannover.de/newsletter/2011/07_11/hoppe.pdf
- Hüben, S., Stepkes, H. (2006): Grundstücksentwässerung - Erkenntnisse über Kosten der Inspektion und Sanierung, Beitrag zum 19. Lindauer Seminar „Praktische Kanalisationstechnik. Instandhaltung von Kanalisationen.“ Lindau, 16./17.03.2006
- IKT (2004): IKT-eNewsletter April 2004 des Instituts für Unterirdische Infrastruktur GmbH, abrufbar unter: <http://www.ikt.de/index.php?doc=390> (Stand 04.07.2013)
- IKT (2013): Newsletter des Institut für Unterirdische Infrastruktur GmbH, abrufbar unter: http://www.ikt.de/newsletter/2013/01/13_01_gk12.html (Stand 27.02.2013)
- Ing.-Büro D.S.L. (2012): „Ganzheitliche Ansätze zur Sanierungsplanung von Grundstücksentwässerungsanlagen“, Vortrag vom 21.11.2011, Westerkappeln
- INSITUFORM (2007): Firmeninformation Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH, www.insituform.de (Stand 26.08.2010)
- Jansen, V. (2011): Erfahrungen eines Abwasserbetriebes mit der Umsetzung des § 61a LWG NRW, 12. Kölner Kanal und Kanaltagen, Band 15, S. 11/1-11/12, Aachen 2011

- Jütting, F. (2011): Kosten der Kanalsanierung im öffentlichen und privaten Bereich, 11. Göttinger Abwassertage, Göttingen, TA Hannover
- Kaltenhäuser, G., Homey, C., Zerbock, J., Schallenkamp, U. (2005): Anschlusskanäle und Grundleitungen -Schäden, Inspektion, Sanierung-, Kurzbericht, Institut für kommunale Infrastruktur (IKT), Gelsenkirchen
- Kersten, R. (2005): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Schlauchliner, bi Umwelt-Bau, Kongressausgabe 2005
- KomAbwV (1997): Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (Kommunalabwasserverordnung – KomAbwV) vom 30. September 1997
- KomNetGEW (2011): Dichtheitsprüfungen - Informationen für Städte und Gemeinden, Kommunales Netzwerk Grundstücksentwässerung, abrufbar unter: http://komnetgew.de/informationen_fuer/staedte_und_gemeinden/technische_anforderungen_definieren/dichtheitspruefung.htm (Stand 30.03.2012)
- Krier, H. (2012): Inspektion und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen - Erfahrungen der Stadtentwässerung Frankfurt am Main, KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Nr. 2/12 (59), S. 118 – 123
- Loy, H., Himmelhan C. (2012): Private Abwasserleitungen prüfen und sanieren, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
- LWG NRW (1995): Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz – LWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 1995, zuletzt geändert am 05.03.2013 (GV. NRW. S. 133)
- Merkblatt RSV 1 (2006): Renovierung von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining, RSV - Rohrleitungssanierungsverband e. V., Vulkan-Verlag, Essen,
- MKULNV (2010a): Hinweise zum Vollzug des neuen Wasserhaushaltsgesetzes und zur Fortgeltung des Landeswassergesetzes Nordrhein-Westfalen, RdErl. D. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW - IV-2 - vom 25.02.2010
- MKULNV (2010b): Kommunale Abwasserbeseitigung - Vollzug des § 61a LWG, RdErl. d. Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft, Naturschutz und Verbraucherschutz - IV-7 - von 05.10.2010
- MKULNV (2011): Abwasserbeseitigung - Vollzug des § 61a LWG, RdErl. d. Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft, Naturschutz und Verbraucherschutz - IV-7 - 031 0020407 von 17.06.2011

- MKULNV (2013): Funktionsprüfung für Kanalsysteme, Informationen des Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter: <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/wasser/abwasser/dichteitsefung/index.php> (Stand 04.03.2013)
- Müller, M. (2006): Qualität und Fachkunde auf die Grundstücke, bi UmweltBau (2), S. 84-92
- Müller, M. (2007): Grundstücksentwässerungsleitungen, Qualitätskontrolle bei der Renovation, bi UmweltBau 3/07, S. 56-61
- Müller, M. (2009): Sanierungsstrategie Solingen, bi UmweltBau Kongressausgabe, S. 42-46
- Müller, M. (2011): Hausanschlusssanierung mit Schlauchlinern, bi UmweltBau, April 2011, Kongressausgabe zum Deutschen Schlauchlinertag am 05.04.2011 in Bonn, S. 24-27
- Pinnekamp, J., Stepkes, H., Haußmann, R., Müller, K., Stauffer, P. et al (2007): Durchführung der Zustandserfassung und Sanierung von Abwasserleitungen auf Grundstücksentwässerungsanlagen und Empfehlungen für akzeptanzfördernde Maßnahmen, Abschlussbericht, Projekt AZ IV-9-042 395, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- Pinnekamp, J., Müller, K., Hüben, S., Trujillo, R, Uhlenbroch, A., Hochstrate, K. (2005): Untersuchung der Nutzungsdauer von Abwasserleitungen im öffentlichen Bereich, Abschlussbericht, Projekt AZ IV-9-042 3 C 5, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- RAL GEW (2013): Informationen zu „Güte- und Prüfbestimmungen“ sowie zum „Geltungsbereich“ und „Informationen zu Durchführungs-Bestimmungen für die Verleihung und Führung des Gütezeichens Grundstücksentwässerung“ (Ausgabe Februar 2012), Güteschutz Grundstücksentwässerung e.V., abrufbar unter: <http://www.ral->
- RELIN EUROPE (2010): Herstellerinformationen zu Alphaliner (GFK-Schlauchliner), http://relineeurope.com/de/technologie/alphaliner/alphaliner_index.php (Stand 26.08.2010)
- Richter, H. W. (2006): Instandsetzung von Rohrleitungen. Band 2: Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen, Vulkan Verlag, Essen
- RL 91/271/EWG (1991): Richtlinie des Rates über die Behandlung von kommunalem Abwasser vom 21. Mai 1991 (ABl. L 135 vom 30.05.1991, S. 40)
- Scheffler, M., Rohr-Suchalla, K. (2010): Schäden an Grundstücksentwässerungsanlagen – Ursachen, Folgen, Sanierung, Rechtsfragen -, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart
- Statistisches Bundesamt (2009): Wirtschaftsrechnungen - Einkommens- und Verbrauchsstichprobe Haus- und Grundbesitz sowie Wohnverhältnisse privater Haushalte, Fachserie 15 Sonderheft 1

- Stein, D. (1998): Instandhaltung von Kanalisationen, 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- StGB (1871): Strafgesetzbuch, neugefasst durch Bek. v. 13.11.1998 (BGBl. I S. 3322), zuletzt geändert am 26.06.2013 (BGBl. I S. 1805)
- SüwVO Abw (2013): Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser vom 17. Oktober 2013
- SüwV Kan (1995): Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem, Selbstüberwachungsverordnung Kanal vom 16.01.1995
- Tempelmann, R. (2009): Dichtheitsprüfung und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen, IPW Ingenieurplanung, Wallenhorst.
- Thoma, R. (2006): Die Vision der dichten Grundstücksentwässerung, Kanalisationsforum Bern 2006 -Praxisgerechter Betrieb und Unterhalt von Entwässerungsanlagen, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
- Thoma, R., Goetz, D. (2008): Zustand von Grundstücksentwässerungsanlagen, KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Nr. 2/08 (55), S. 116 - 130
- Troisdorf (2013): Webpräsenz der Abwasserbetriebe Troisdorf zum Thema Dichtheitsprüfung unter <http://www.abwasserbetrieb-troisdorf.de/abwasserbeseitigung/dichtheitspruefung/sachkundige/> (Stand 02.07.2013)[
- VDRK (2013): Fachbetriebe zur Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA), Informationen des Verband der Rohr- und Kanal-Technik-Unternehmen e. V. (online), abrufbar unter: <http://www.vdrk.de/wb/pages/qualitaetssicherung.php> (Stand 16.04.2013)
- VOB/B (2009): Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen, DIN 1971, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, Bundesanzeiger Nr. 155 vom 15.10.2009
- VSB (2013): Bildungsangebote in Bereich Grundstücksentwässerung, abrufbar unter: http://www.sanierungs-berater.de/site/index.php?id=641&no_cache=1 (Stand 27.05.2013)
- Wagner, V., Kersten, R. (2008): Qualitätsstandards auch für Kommunen, bi UmweltBau, Kongressausgabe 2008
- WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), zuletzt geändert am 08.04.2013 (BGBl. I S. 734)

wwt (2013): DIN CERTCO: „Kompetenz nach DIN“ für die Grundstücksentwässerung, abrufbar unter: <http://www.wwt-online.de/din-certco-kompetenz-nach-din-fuer-die-grundstuecksentwaesserung> (Stand 16.04.2013)

Zertifizierter Kanal-Sanierungs-Berater (2011): download, abrufbar unter: <http://zks-berater.de/Foerdergemeinschaft.html> (Stand 20.12.2011)

9 Anhang

- 9.1 Checkliste für Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer**
- 9.2 Graphische Darstellung der Wiederbefahrungsergebnisse einzelner Objekte**
- 9.3 Standard Operating Procedure (SOP) zur Laboruntersuchung der Materialprobe aus Objekt 5AXI-V-V-XI (24)**
- 9.4 GEA-QS Qualitätssicherungshandbuch**

Checkliste für Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer bei der Beauftragung von Sanierungen im Bereich der Grundstücksentwässerung

Diese Checkliste soll Ihnen erste Hinweise für die Beauftragung erforderlicher Sanierungsarbeiten an Ihren Abwasserleitungen geben. Sie soll eine Hilfestellung sein, um eine möglichst hochwertige Sanierung zu möglichst geringen Kosten zu erreichen. Sie kann eine individuelle Beratung durch Ihre Stadt oder Gemeinde jedoch nicht ersetzen.

Wenn an Ihrem Abwassersystem außerhalb Ihres Gebäudes große Schäden festgestellt worden sind, müssen Sie als Eigentümerin oder Eigentümer eines Grundstücks kurzfristig eine Sanierung Ihrer Abwasserleitung durchführen lassen. Bei mittelgroßen Schäden haben Sie für diese Sanierung bis zu zehn Jahre Zeit.

Ihre Stadt oder Gemeinde ist verpflichtet Sie zu beraten. Auch die Verbraucherzentrale kann Hilfestellung leisten.

Im Falle einer Sanierung sollten Sie die nachfolgenden Anforderungen und Empfehlungen berücksichtigen.



Vor Auftragsvergabe

- ☐ Lassen Sie sich vor der Sanierung von Ihrer Stadt oder Gemeinde beraten. Die Stadt oder Gemeinde kann Ihnen wichtige Hinweise geben, insbesondere auch dann, wenn von der Sanierung auch der öffentliche Verkehrsraum betroffen ist.
- ☐ Informieren Sie sich, ob Ihre Gebäudeversicherung die Kosten der Sanierung übernimmt.
- ☐ Informieren Sie sich bei Ihrer Hausbank oder Ihrer Stadt oder Gemeinde über mögliche Förderprogramme. Das Land Nordrhein-Westfalen gibt im Rahmen seines Förderprogramms „Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung NRW“ zinsgünstige Darlehen. Der Antrag muss vor Beginn der Maßnahme bei Ihrer Hausbank eingereicht werden. Weitere Informationen erhalten Sie bei Ihrer Hausbank oder unter http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/broschuere_abwasserbeseitigung.pdf.
- ☐ Schließen Sie grundsätzlich keine Geschäfte an der Haustüre ab!
- ☐ Erkundigen Sie sich in Ihrer Nachbarschaft, ob gegebenenfalls eine gemeinsame Beauftragung mit Ihren Nachbarn möglich ist. Schließen Sie sich mit Nachbarn zusammen, sofern diese ebenfalls eine Sanierung durchführen müssen.
- ☐ Holen Sie bei geeigneten Fachbetrieben Vergleichsangebote ein; prüfen Sie auch, ob die angebotenen Leistungen vergleichbar sind. Lassen Sie sich nach Möglichkeit Referenzen über gleichartige Sanierungen vorlegen.
- ☐ Erkundigen Sie sich z.B. in Ihrer Nachbarschaft über Erfahrungen mit dem zu beauftragenden Unternehmen.

- ☐ Halten Sie die Unterlagen über eine erfolgte Zustands- und Funktionsprüfung bereit und stellen Sie diese dem beauftragten Unternehmen zur Verfügung.
- ☐ Lassen Sie prüfen, ob betroffene Leitungen stillgelegt werden können. Das kann z.B. bei Abwasserleitungen unterhalb des Kellerbodens sinnvoll sein, wenn diese durch Leitungen unter der Kellerdecke ersetzt werden können.
- ☐ Lassen Sie bei dieser Gelegenheit auch überprüfen, ob Ihre Abwasserleitung über einen erforderlichen Rückstauschutz verfügt. Dieser sollte bei Bedarf angepasst werden.



Während der Durchführung

- ☐ Lassen Sie sich die durchzuführenden Arbeiten soweit möglich erklären.
- ☐ Dokumentieren Sie den Arbeitsfortschritt mithilfe eigener Notizen und Fotos.

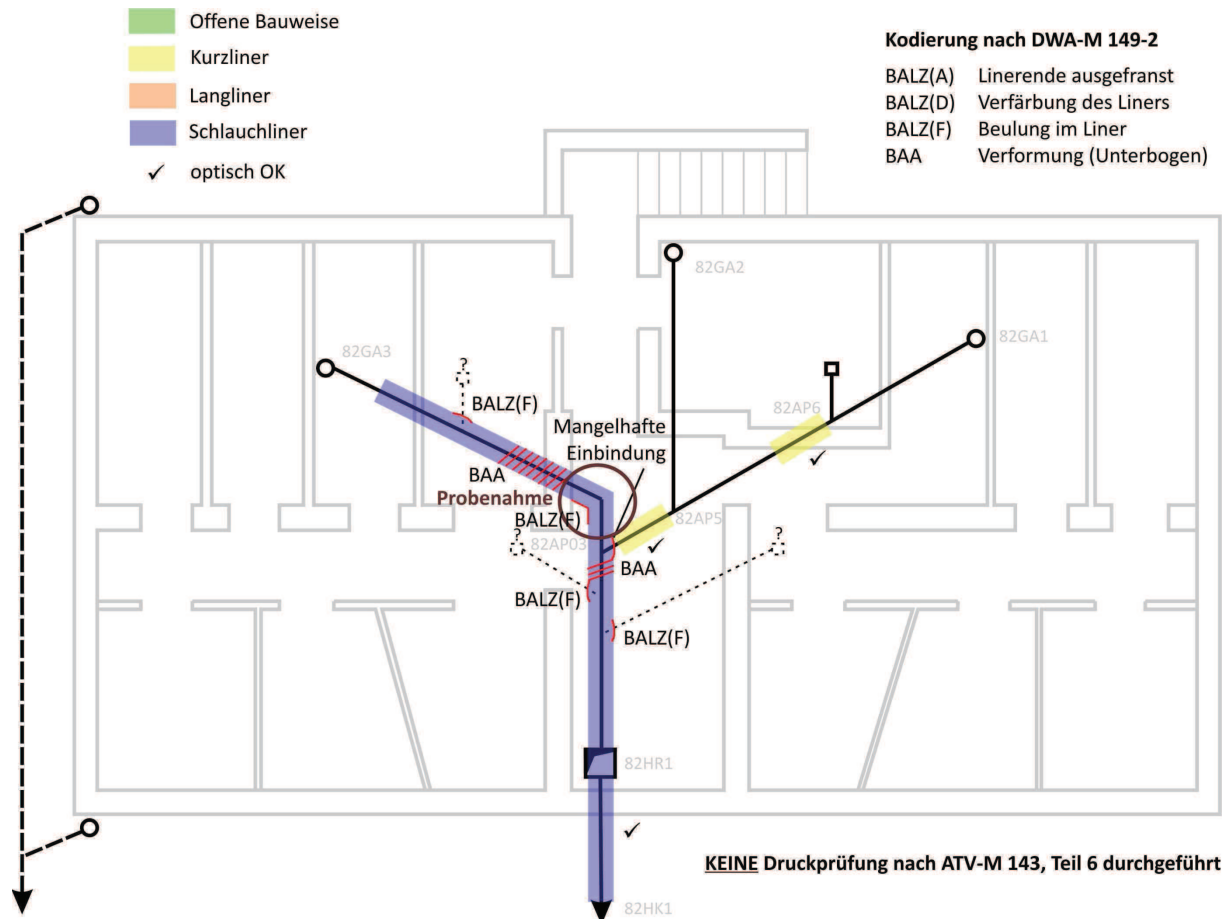


Nach Beendigung der Sanierungsarbeiten

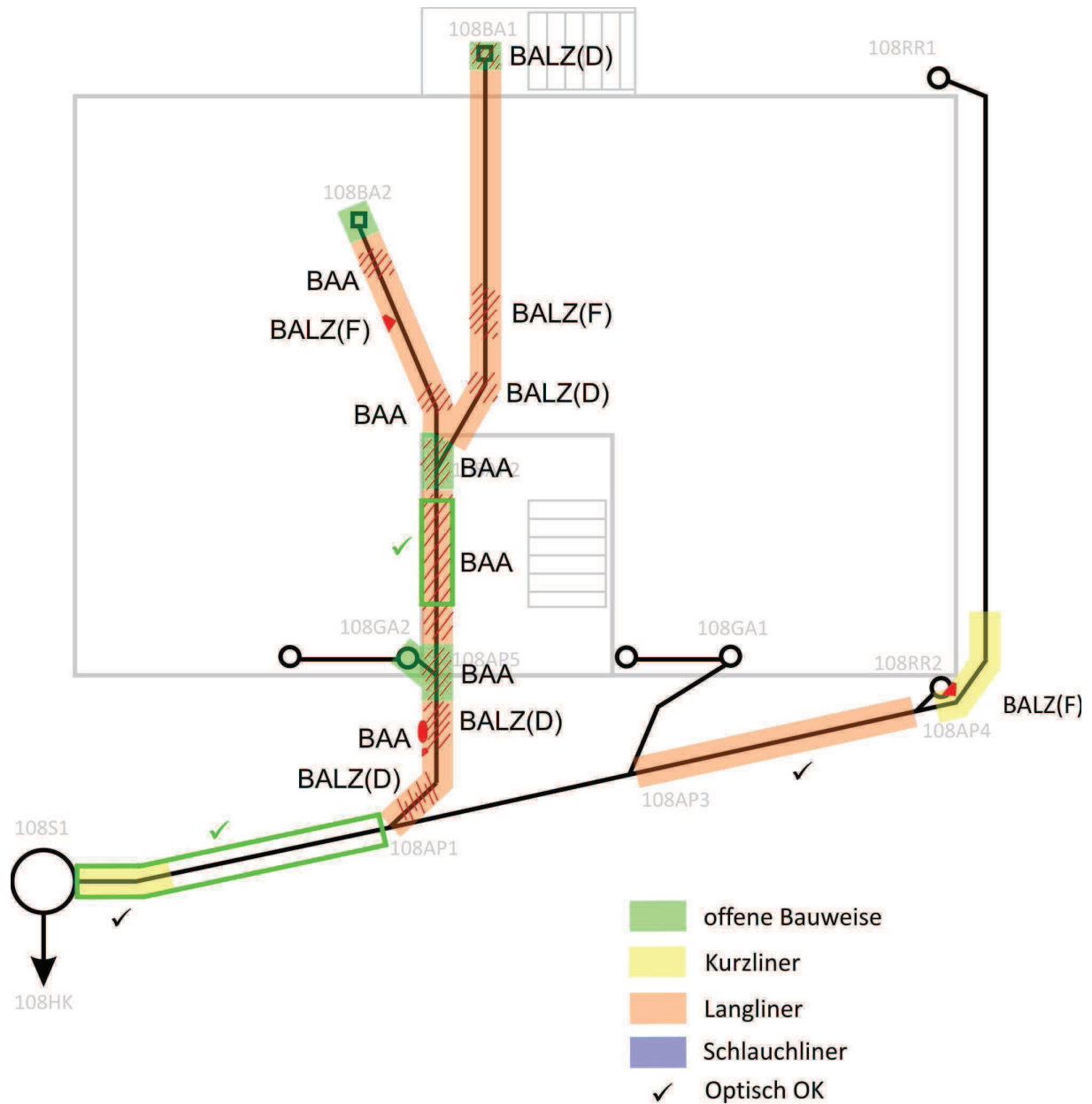
- ☐ Nach Abschluss der Sanierung müssen sie für die sanierten Leitungsabschnitte eine erneute Zustands- und Funktionsprüfung durchführen lassen. Vielfach ist zusätzlich eine Druckprüfung erforderlich. Die Prüfung darf nur von einem anerkannten Sachkundigen vorgenommen werden. Eine Liste der anerkannten Sachkundigen ist im Internet unter <http://www.sadipa.nrw.de/Sadipa/> zu finden.
- ☐ Lassen Sie sich über die Zustands- und Funktionsprüfung eine Bescheinigung ausstellen. Diese Bescheinigung muss den Anforderungen der Anlage 2 der Selbstüberwachungsverordnung Abwasser NRW entsprechen. Zur Bescheinigung gehören auch
 - ein Bestandsplan / eine Lageplanskizze,
 - eine Fotodokumentation der Örtlichkeit
 - bei optischer Prüfung:
 - a) eine CD / DVD mit den Inspektionsvideos,
 - b) Haltungs- / Schachtberichte und
 - c) und eine Bilddokumentation festgestellter Schäden oder
 - bei Prüfung mit Luft oder Wasser: die Prüfprotokolle.
- ☐ Sie sollten die Rechnung des Unternehmens prüfen und mit dem Angebot vergleichen. Begleichen Sie die Rechnung erst dann, wenn Ihnen die Bescheinigung über die Zustands- und Funktionsprüfung (nach Durchführung der Sanierung) vorliegt!
- ☐ Die in Rechnung gestellten Handwerkerleistungen sollten Sie bei Ihrer Steuererklärung berücksichtigen.
- ☐ Legen Sie die Bescheinigung über die Zustands- und Funktionsprüfung gegebenenfalls Ihrer Stadt oder Gemeinde vor.

9.2. Graphische Darstellung der Wiederbefahrungsergebnisse einzelner Objekte

9.2.1. Objekt 3AIII-III-III-VII (2)



9.2.2. Objekt 10BXIII-VIII-V-XI (8)



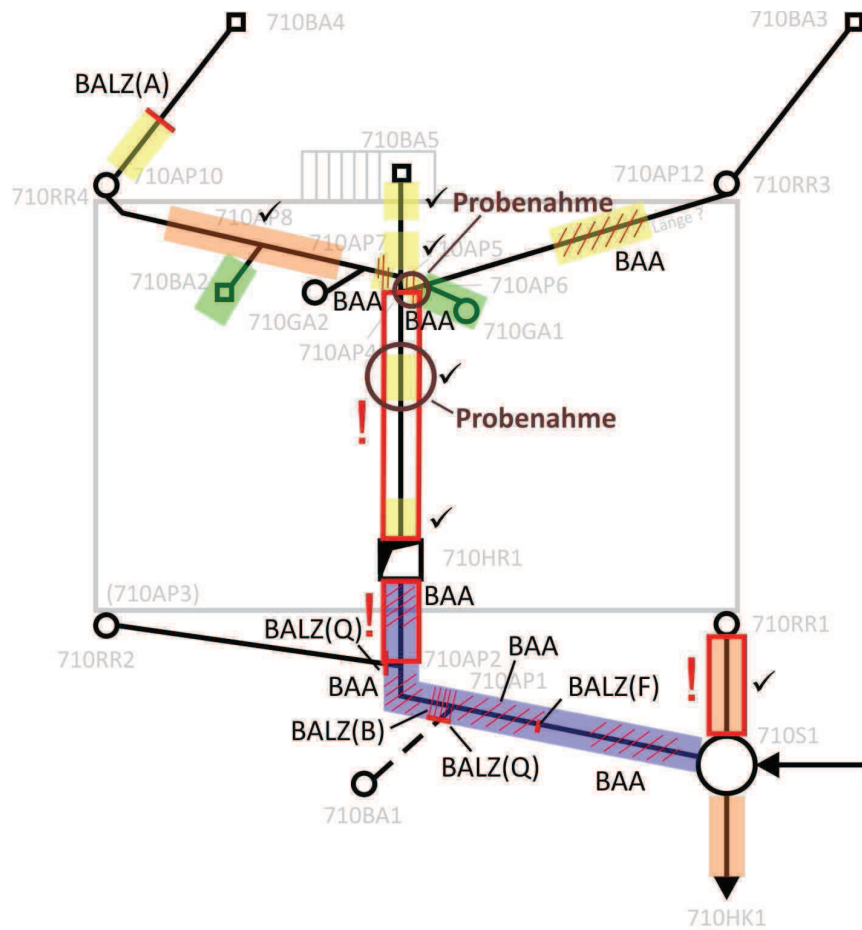
Druckprüfung nach ATV-M 143, Teil 6

- ✓ bestanden
- ! nicht bestanden

Kodierung nach DWA-M 149-2

- BALZ(A) Linerende ausgefranst
- BALZ(D) Verfärbung des Liners
- BALZ(F) Beulung im Liner
- BAA Verformung (Unterbogen)

9.2.3. Objekt 6AXII-VI-VI-VI (10)



- Offene Bauweise
- Kurzliner
- Langliner
- Schlauchliner
- ✓ optisch OK

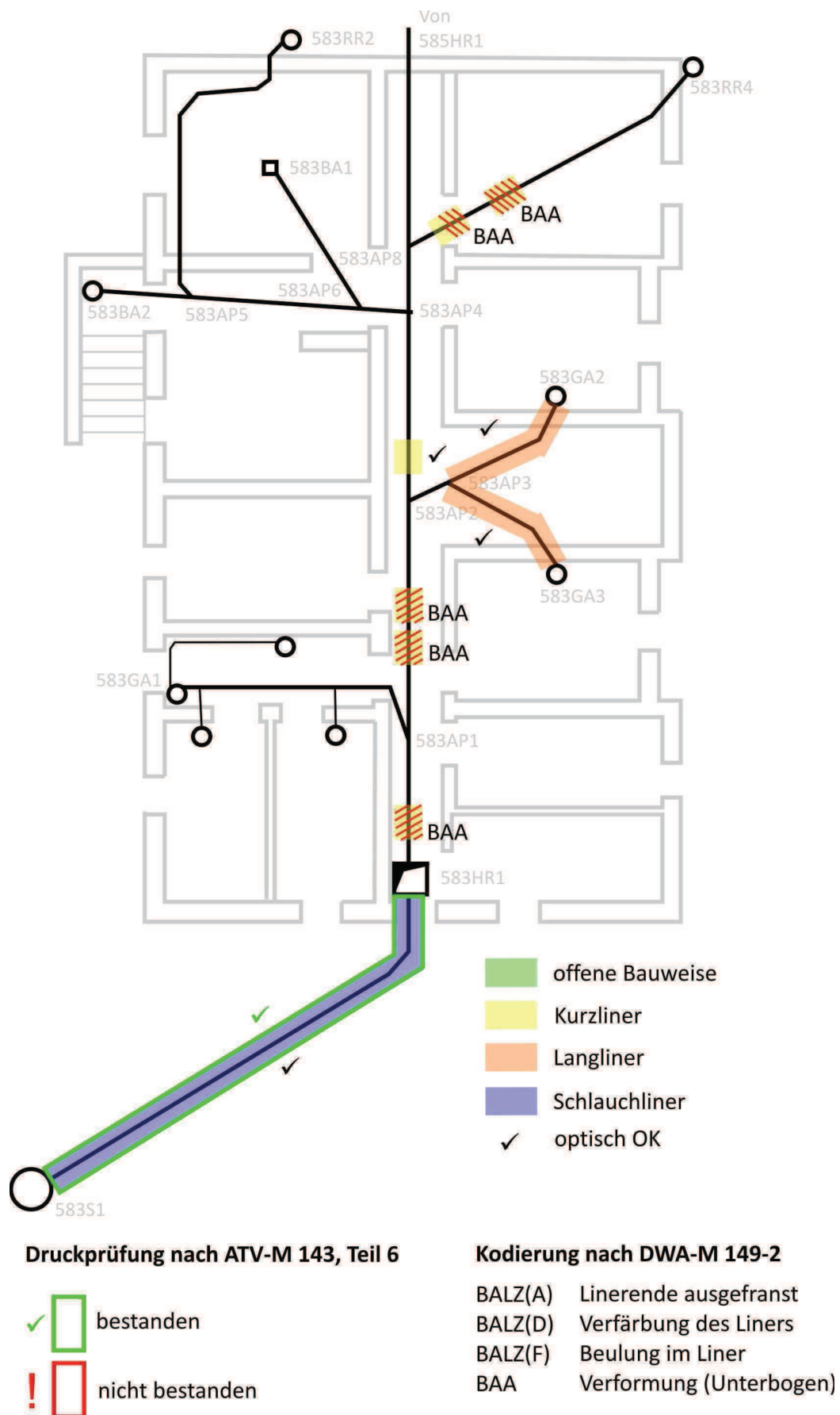
Kodierung nach DWA-M 149-2

- BALZ(A) Linerende ausgefranst
- BALZ(B) Fehlender Sanierungswerkstoff an Kontaktfläche
- BALZ(F) Beulung im Liner
- BAA Verformung (Unterbogen)
- BALZ(Q) Zulauföffnung Auskleidung nicht fachgerecht

Druckprüfung nach ATV-M 143, Teil 6

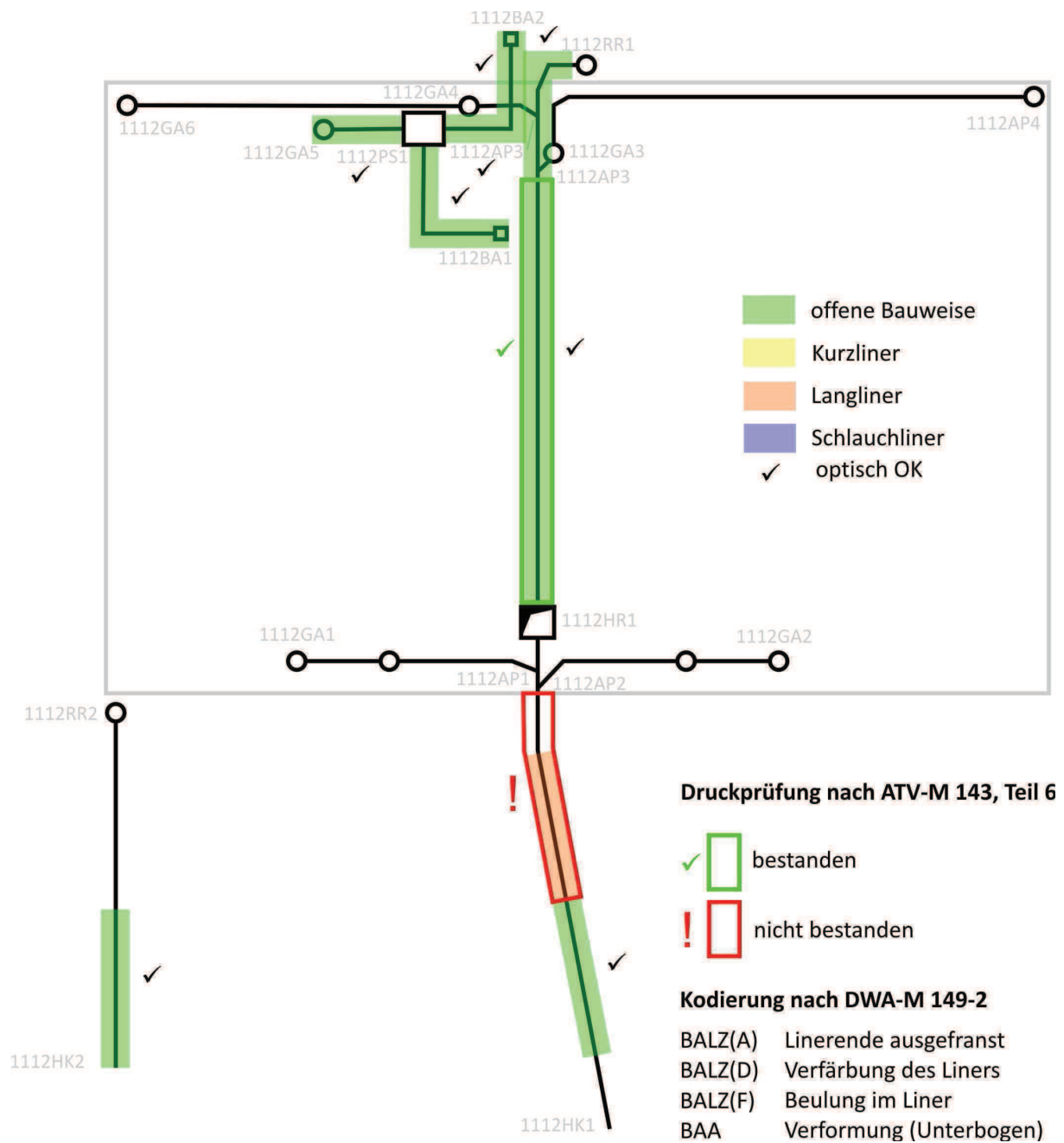
- ✓ bestanden
- ! nicht bestanden

9.2.4. Objekt 6AXII-VI-VI-VI (10)





9.2.6. Objekt 9AI-I-I-I (12)



9.3 Standard Operating Procedure (SPO) zur Laboruntersuchung der Materialprobe aus Objekt 5AXI-V-V-XI (24)

1. Medien

a. **Standard I Nähragar:**

7,8 g Pepton aus Fleisch

7,8 g Pepton aus Casein

2,8 g Hefeextrakt

5,6 g NaCl

1,0 g Glucose

20 g Agar

1000 ml aqua dest.

unter Rühren aufkochen

abkühlen lassen

pH auf 7,2 (+/- 0,1) mit NaOH oder HCl einstellen

1000 ml Erlenmeierkolben mit max. 500 ml Medium befüllen, mit Wattestopfen verschließen, mit Alufolie abdecken und sterilisieren.

Auf ca. 60° C abkühlen lassen, unter der Cleanbench in sterile Petrischalen ausgießen, fest werden lassen, Petrischalen umdrehen und bis zum nächsten Tag stehen lassen.

b. **Medium K5: (nach DIN)**

6 g Pepton aus Casein

3 g Hefeextrakt

20 g Agar

1000 ml aqua dest.

unter Rühren aufkochen

abkühlen lassen

pH auf 7,2 (+/- 0,1) mit NaOH oder HCl einstellen

1000 ml Erlenmeierkolben mit max. 500 ml Medium befüllen, mit Wattestopfen verschließen, mit Alufolie abdecken und sterilisieren.

Auf ca. 60° C abkühlen lassen, unter der Cleanbench in sterile Petrischalen ausgießen, fest werden lassen, Petrischalen umdrehen und bis zum nächsten Tag stehen lassen.

c. Würze pH 4

33 g Würze Bouillon

300 ml aqua dest. in 1000ml Erlenmeierkolben

lösen ev. Erwärmen mit HCl pH auf 4 einstellen

20 g Agar

700 ml aqua dest. in 1000 ml Erlenmeierkolben

beide Erlenmeier mit Wattestopfen verschließen, mit Alufolie abdecken und sterilisieren.

Auf ca. 60° C abkühlen lassen, beide Medien vereinigen, vorsichtig mischen, in sterile Petrischalen ausgießen, fest werden lassen, Petrischalen umdrehen und bis zum nächsten Tag stehen lassen.

2. Probenvorbereitung

Mit einer ausgeglühten Impföse wird etwas Material von dem Kanalrohrstück entnommen und in sterilem Leitungswasser in einer sterilen Petrischale suspendiert.

Davon wird mit einer ausgeglühten Impföse etwas Material jeweils auf 2 Platten der verschiedenen Medien ausgestrichen und 5 d bei 20°C(+/-2°C) bebrütet.

3. Auswertung

Von den so gewachsenen Kolonien wird mit einer ausgeglühten Impföse wenig Material auf einen Objektträger gegeben, mit wenig Leitungswasser versetzt, mit Deckglas abgedeckt und unter dem Mikroskop geprüft, ob es sich um Bakterien, Pilze oder Hefen handelt.

Von den Präparaten werden Aufnahmen gemacht.

QS-Handbuch zur Sanierung einer Grundstücksentwässerungseinrichtung

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
1. Aufgaben des Grundstückseigentümers.....	2
1.1. Grundlagen.....	2
1.2. Zustands- und Funktionsprüfung.....	3
1.3. Sanierung	4
2. Aufgaben der Kommune: Rechtssetzungs-, Informations- und Beratungspflicht.....	7
3. Aufgaben der Unternehmen	9
3.1. Sanierungskonzept	9
3.2. Bauausführung	10
4. Qualitätssicherungsmaßnahmen je Arbeitsschritt.....	13
5. Literatur.....	20

Vorwort

Grundstücksentwässerungsanlagen müssen regelmäßig auf ihren Zustand und ihre Funktionstüchtigkeit hin untersucht werden. Werden dabei Mängel oder Schäden entdeckt, die das Abflussverhalten beeinträchtigen oder die eine Gefahr für die Standsicherheit, das Grundwasser oder den Betrieb öffentlicher Abwasseranlagen darstellen, wird eine Sanierung erforderlich.

Eine auf lange Zeit funktionstüchtige und damit qualitativ hochwertige Sanierung einer Grundstücksentwässerungsanlage bedarf einer gut abgestimmten Vorgehensweise zwischen allen Beteiligten. Dies sind:

- der Grundstückseigentümer,
- der Planer,
- das Inspektions- und Sanierungsunternehmen,
- der Dichtheitsprüfer und
- die Kommune.

Dieses QS-Handbuch formuliert zunächst Aufgaben und allgemeine Hinweise für Prozessbeteiligten anhand fachlicher Ziele. Es wendet sich sowohl an die privaten Eigentümer/Bauherren als auch an große Wohnungsbaugesellschaften (Kapitel 1). Privateigentümern bietet das Handbuch insbesondere bei kleineren Maßnahmen, z.B. an Einfamilienhäusern, wertvolle Hinweise. Eigentümer größerer Liegenschaften sollen auf besonders kritische Punkte hingewiesen werden, die sie dann eigenständig oder mit Unterstützung externer Planer gezielt aufgreifen können. In den Kapiteln 2 und 3 spricht das Handbuch Multiplikatoren wie Vertreter von Kommunen, Ingenieurbüros und ausführende Unternehmen an. Ihnen fällt bei der Sicherung der Qualität der Sanierungen im privaten Bereich eine besondere Rolle zu, da sie über das fachliche Know-how verfügen.

Basierend auf den Erkenntnissen aus dem Forschungsvorhaben „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Sanierungsverfahren insbesondere in der Grundstücksentwässerung“ werden anschließend und Aufgaben der Prozessbeteiligten je Bearbeitungsschritt auf einer Seite zusammengefasst. Für die Arbeitsschritte

- Vorbereitung
- Reinigung
- TV-Inspektion (& ggf. Dichtheitsprüfung)
- Sanierungsplanung
- Sanierung
- Abnahme inkl. Dichtheitsprüfung

werden Hinweise für eine effiziente Bearbeitung gegeben. Durch Beachtung dieser Hinweise können Fehlerquellen vermieden und Sanierungsergebnisse verbessert werden.

1. Aufgaben des Grundstückseigentümers

Im Folgenden wird erläutert, in welchen Bereichen der Grundstückseigentümer Einfluss auf Art und Umfang von Zustandserfassung, Sanierungsplanung und –ausführung sowie die zu erwartende Qualität und die Kosten nehmen kann. Dabei wendet sich das Handbuch an Eigentümer kleiner Immobilien, aber auch an Wohnungsbaugesellschaften oder Eigentümergemeinschaften mit einem großen Objektbestand.

1.1. Grundlagen

Die meisten bewohnten und unbewohnten Gebäude verfügen heute über ein eigenes Entwässerungssystem, mit dessen Hilfe Schmutz- und Regenwasser zumeist unterirdisch gesammelt und abgeleitet wird. Anschließend gelangt das Abwasser aus diesen Grundstücksentwässerungsanlagen in ein öffentliches Kanalnetz oder in eine private Abwasserbehandlungsanlage, damit das Abwasser gereinigt und später in ein nahe- liegendes Gewässer eingeleitet werden kann. Die Grundstücksentwässerung besteht aus den sogenannten Grundleitungen, einem Kontrollschacht und dem (Haus-)Anschlusskanal (Abbildung 1—1).

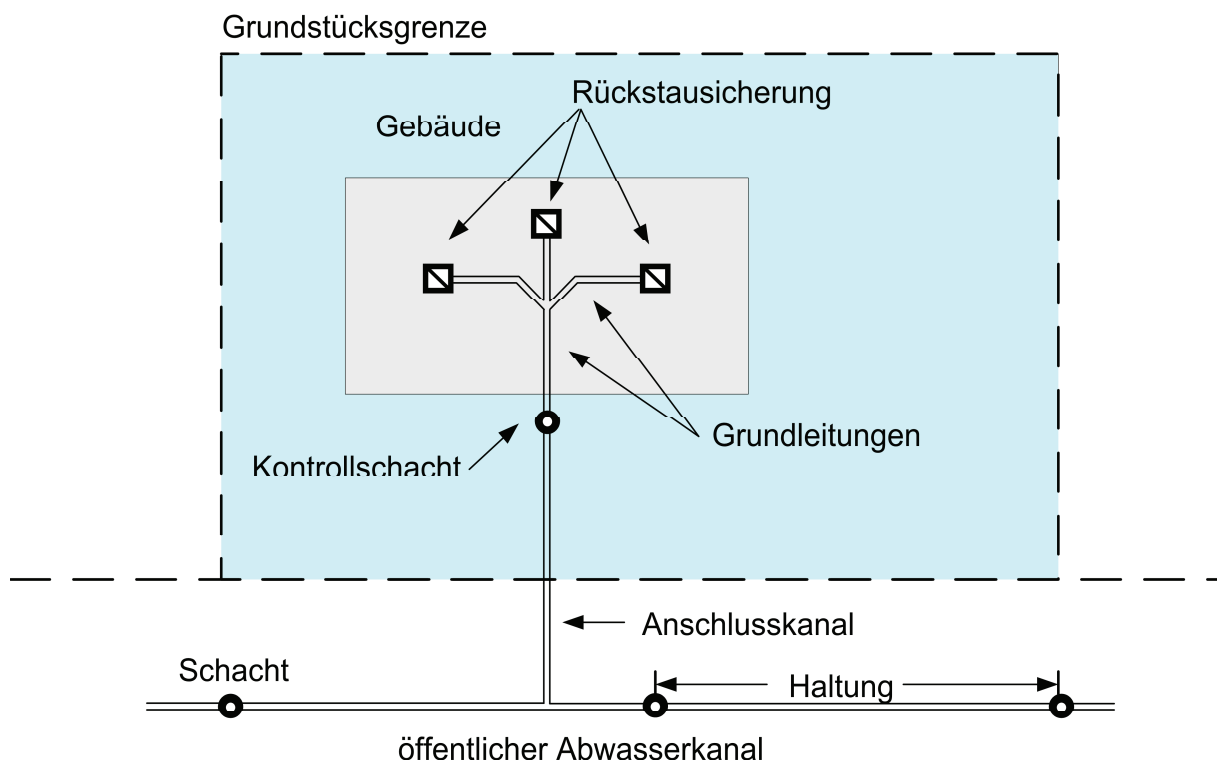


Abbildung 1—1: Begriffe in der Grundstücksentwässerung

Der Eigentümer eines Gebäudes oder eines Objektes hat grundsätzlich allein aus den für ihn geltenden gesetzlichen Verpflichtungen (GG/WHG/LWG NRW) die Aufgabe, sein privates Leitungsnetz nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu betreiben, zu warten und instand zu halten. Dies dient der Erhaltung einer funktionstüchtigen Grundstücksentwässerungsanlage und damit u.a.

- zur Prävention von Kanalverstopfungen und Erdreichausspülungen,
- zur Werterhaltung des Gebäudes,
- zum Schutz von Grundwasser und Boden vor Verunreinigungen,
- zu Kosteneinsparungen beim öffentlichen Kanalnetz und den Abwasserbehandlungsanlagen.

Die Zustands- und Funktionsprüfung sowie die Sanierung privater Grundstücksentwässerungsanlagen sind sehr komplexe Aufgaben. Ein Eigentümer und Auftraggeber kann (und muss) sich diese Aufgaben nicht in Gänze zu Eigen machen, er sollte sich aber bis zu einem gewissen Maße informieren und verfügbare Hilfestellungen kennen und nutzen. Unterstützung bieten:

- Öffentliche Informationsveranstaltungen von Seiten der Kommune, Stadtwerke, verschiedene Kammern, Eigentümerverbände oder Verbraucherberatungsstellen
- Unterschiedlichste Internetangebote von kommerziellen und unabhängigen Anbietern
- Persönliche Beratungsgespräche der Kommune zur individuellen Ausgangssituation

Die Informationsbeschaffung dient auch dem Zweck, den finanziellen und organisatorischen Aufwand des Eigentümers zu begrenzen. Informationen zur Reduzierung des Eigenanteils bei einer möglichen Sanierung (z.B. in Form von Förderprogrammen des Landes NRW, von günstigen Darlehn oder Krediten) sind bei den öffentlichen Netzbetreibern erhältlich. Außerdem bieten sich aus organisatorischer und finanzieller Sicht Auftraggeber- oder Projektgemeinschaften an. Kommunen oder Ingenieurbüros können bei der Einrichtung dieser Gemeinschaften behilflich sein. Eine Koordinierung sollte bestenfalls durch die Kommune oder ein Ingenieurbüro übernommen werden.

Im Zuge der Vorbereitung auf anstehende Prüfungen und Sanierungen sollten dem Eigentümer mindestens folgende Informationen zur Verfügung stehen:

- Grenze des eigenen Zuständigkeitsbereichs
- Frist bis zum Nachweis der Funktionsprüfung
- Anforderungen aus gesetzlichen Grundlagen und kommunalen Satzungen
- Finanzierungsmöglichkeiten und –angebote
- Grundlegende Informationen zum Zweck, zum Untersuchungsumfang und zur eingesetzten Technologie für die Zustandsprüfung oder Sanierung
- Kenntnis der eigenen Ausgangslage durch Studium der Hausakten, zum Fortbestand der Immobilien und den eigenen finanziellen Möglichkeiten

1.2. Zustands- und Funktionsprüfung

Im Vorfeld einer Sanierung ist eine umfassende und korrekt dokumentierte Zustandserfassung des Grundleitungsnetzes und der Anschlussleitungen erforderlich. Hierzu sind einige vorbereitende Maßnahmen vor Ort erforderlich. Zu diesen zählt, dass die

Zugänglichkeit der Leitungen ermöglicht werden muss (vom Keller und/oder der Revisionsöffnung aus). Des Weiteren sind möglichst detaillierte Vorgaben und Unterlagen des Auftraggebers obligatorisch. Hinsichtlich der **Einholung von Angeboten** sollten Eigentümer

- eine möglichst genaue Beschreibung der durchzuführenden Arbeiten vornehmen hinsichtlich Ort, Umfang, Prüfverfahren und z.B. dem Hinweis zur Benennung des vorgesehenen Sachkundigen mit den Angebotsunterlagen (ggf. kann diese Beschreibung in Zusammenarbeit mit der Kommune oder einem anderen Dienstleister ausgearbeitet werden),
- die anstehenden Arbeiten tatsächlich nur durch einen nach Landesliste zugelassenen Sachkundigen („Sachkundigen Dichtheitsprüfung“, einzusehen unter www.sadipa.it.nrw.de/Sadipa) durchführen lassen,
- Vorgaben der zu übergebenden Datenarten, z.B. in Form von Videodateien machen (ggf. ist dies in der kommunalen Satzung bereits vorgeschrieben) und
- besonders bei größeren Untersuchungsmaßnahmen Vorgaben der Bezeichnungen von Fotodateien machen.

Vor **Abnahme der Untersuchungsergebnisse** ist es für den Eigentümer ratsam darauf zu achten, dass

- das vorgeschriebene Prüfprotokoll sämtliche Anlagen erhält (z. B. Lagepläne, Haltungsberichte mit Fotodokumentation und Prüfprotokollen), vom Sachkundigen unterzeichnet wurde und in Papierform sowie als Datei (pdf) vorliegt,
- tatsächlich alle Leitungsteile untersucht wurden und nur in Ausnahmefällen (z. B.: Leitung soll später stillgelegt werden) Abschnitte nicht inspiziert wurden,
- eine Schadensbewertung der vorgefundenen Schäden vorgenommen wurde.

Umfassende Informationen zur Qualitätssicherung bei der Zustands- und Funktionsprüfung können z.B. dem Abschlussbericht eines eigens dafür vom MKULNV beauftragten Forschungsvorhabens entnommen werden (Hippe et al., 2012).

1.3. Sanierung

Erforderlichkeit und Zeitraum der Sanierung legt die Kommune anhand der Zustands- und Funktionsprüfung fest. Nach Erhalt dieser Informationen ist dem Eigentümer eine weitere fachkundige Planung anzuraten. Sie kann durch ein Ingenieurbüro, ein Sanierungsunternehmen oder einen freien Planer erfolgen, sollte aber keinesfalls vom Inspektionsunternehmen angefordert werden. Sehr zu empfehlen ist die Beauftragung eines „Zertifizierten Kanalsanierungsberater“ bzw. „Zertifizierten Fachberater Kanalsanierung“ (z.B. unter www.ta-hannover.de/html/beraterliste.html oder www.zks-berater.de/berater.html).

Es ist möglich, dass zur Erstellung einer guten Planung eine (weitere) optische Inspektion inklusive einer Vermessung markanter Stellen im Leitungsnetz erforderlich wird. Mit dieser wird die exakte Lage seitlicher Abzweige oder auch der genaue Rohrdurchmesser bestimmt, was zur Bestellung des richtigen Materials in der passenden Ausführungsvariante und das spätere Wiederfinden der Seitenzuläufe unerlässlich ist (sollte dies nicht bereits bei der ersten Zustandsprüfung erfolgt sein).

In gewissem Umfang kann der Eigentümer eigenständig Einfluss auf das weitere Vorgehen und insbesondere auf den **Umfang und die Kosten der Sanierung** nehmen. Zu den Eingriffsfeldern zählen:

- Prüfung, ob Grundleitungen stillgelegt werden können und stattdessen Schmutz- und Mischwasserleitungen unter der Kellerdecke abgehängt werden können
- Anregung einer gemeinsamen Beauftragung mit Nachbarn zur Gesamtkostenreduzierung
- Angebotsanfrage an mehrere Firmen, wobei zertifizierte Unternehmen oder Unternehmen, deren Mitarbeiter zertifiziert sind, bevorzugt werden sollten
- Prüfung, ob im Leistungsumfang der Gebäudeversicherung Schadensfälle an Abwasserleitungen mit abgedeckt sind

Bei der Auswahl des optimalen Sanierungsverfahrens müssen die Vorgaben der Kommune beachtet werden. Hinsichtlich geeigneter Bauunternehmen kann sie u.U. Empfehlungen geben.

Die Sanierung selber sollte von Firmen durchgeführt werden, die für Neubau, Reparatur und Erneuerung von Grundstücksentwässerungsanlagen in offener oder geschlossener Bauweise Gütezeichen erworben haben. Auf diese Gütezeichen ist insbesondere bei der Auswahl des geeigneten Sanierungsunternehmens im Anschluss an die Einholung mehrerer Angebote zu achten. Zum einen gibt es die RAL-Gütesicherung „Grundstücksentwässerung“ (Informationen unter www.ral-grundstuecksentwaesserung.de), welche Unternehmen für eine offene Sanierung im Bereich der Grundstücksentwässerung zertifiziert. Dafür müssen diese ihre Eignung nachweisen und regelmäßige Eigen- und Fremdüberwachungen sicherstellen. Für alle grabenlosen Sanierungsverfahren können Firmen gewählt werden, die die Anforderung der „Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961“ erfüllen und mit dem Ausführungsbereich „S“ für Sanierung versehen sind (Unternehmenssuche unter www.kanalbau.sslh.net/?v=gzsuche).

Während der eigentlichen Sanierungsarbeiten sollte ein Ansprechpartner für sich evtl. vor Ort ergebende Fragen erreichbar sein. Dies kann der Eigentümer oder ein von ihm beauftragter sein. Letztendlich empfiehlt es sich für den Eigentümer, **stichprobenartige Kontrollen** der beauftragten Arbeiten durchzuführen oder durchführen zu lassen (z.B. durch ein Ingenieur-

büro, externe Sachverständige oder ggf. auch das durchführende Unternehmen selbst). Folgende Aspekte sind von Interesse:

- Fotodokumentation, insbesondere von im Erdreich verlegten Leitungen
- Überprüfung, dass Baumaterialien mit DIBt-Zulassung verwendet werden (<http://www.dibt.de>)
- Einforderung der Dokumentation der Baumaßnahme durch Baustellentagesberichte, Lieferscheine der eingebauten Materialien, Aufmaße der Bauleistungen und Aktualisierung des Bestandslageplans

Bei all diesen Aufgaben kann den Eigentümer die Beauftragung eines unabhängigen Fachbüros zur Begleitung des gesamten Sanierungsvorhabens (Bestandsaufnahme, Sanierungskonzept, Ausschreibung, Vergabe, Überwachung, Abnahme etc.) entlasten. Es hat sich darüber hinaus gezeigt, dass fachkundige Begleitung zu höheren Lebensdauern der Sanierung führen. Eine Reinvestition in die bereits sanierten Leitungen wird damit erst wieder zu einem späteren Zeitpunkt erforderlich werden. Die zusätzlichen Kosten für die externe Begleitung können kompensiert werden, denn aufgrund ingenieurtechnischer/fachkundiger Sanierungsplanung können sehr häufig Einsparpotentiale entdeckt werden. Bei einem baulichen Sanierungsaufwand von mehr als 3.000 € kann das Einsparpotential so hoch sein, dass die Gesamtkosten inklusive der Kosten für den zusätzlichen Sachverstand unter denen ohne zusätzliche Beauftragung liegen. Insgesamt können also durch die Einschaltung einer fachkundigen Sanierungsplanung die Gesamtkosten reduziert, die Nutzungsdauer erhöht und der Aufwand für den Eigentümer minimiert werden.

2. Aufgaben der Kommune: Rechtssetzungs-, Informations- und Beratungspflicht

Eine Kommune sollte den bundes- und landesweiten gesetzlichen Rahmen ergänzen. Dabei fällt insbesondere den kommunalen Netzbetreibern eine steuernde Rolle zu, indem sie die örtlichen Randbedingungen in die Ortssatzungen einfließen lassen. In Vorbereitung für diese Ortssatzungen sind die **Ziele eines funktionierenden Leitungsnetzes** zu definieren und **weitere Randbedingungen** festzulegen. Dies bedeutet konkret:

- Berücksichtigung eines ganzheitlichen Ansatzes bei Instandhaltung und Betrieb eines Entwässerungssystems
- Prüfung der hydraulischen und baulichen Ausgangssituation im Einzugsgebiet
- Analyse dynamischer Wandelprozesse (u. a. demographischer Wandel, Einflüsse aus dem Klimawandel, Stadtplanung etc.)
- Überschlägige Kostenabschätzungen der Maßnahmenschritte sowohl für den öffentlichen wie auch für den privaten Eigentümer
- Strategische Überlegungen zu Art und Umfang der Bürgerberatung bis hin zur Initiierung, Koordination und/oder Begleitung von Verbünden, bei denen sich Eigentümer zu Auftraggeber- bzw. Projektgemeinschaften zusammenschließen können.
- Konkretisierung des angestrebten Prüfumfangs, nachdem die Prüfprotokolle der privaten Eigentümer zur Zustands- und Funktionsprüfung eingegangen sind. Wichtig sind hier insbesondere folgende Themenfelder:
 - Einforderung und (stichprobenhafte) Überprüfung der Bescheinigungen
 - Verwaltung und Pflege der eingereichten Unterlagen und daraus abgeleiteter Sanierungsverpflichtungen
 - Mahnung säumiger Prüfungen/Bescheinigungen/Sanierungen
- Prüfung, ob interkommunale Zusammenarbeit vorteilhaft erscheint (z.B. als Mitglied der Grundstücksentwässerungs-Nachbarschaft Ostwestfalen-Lippe (OWL), der Grundstücksentwässerungs-Nachbarschaft West oder des Kommunalen Netzwerks Grundstücksentwässerung (KomNetGEW))

Die Kommune muss privaten Eigentümern aus verschiedenen gesetzlichen und betrieblichen Gründen bzw. Interessenslagen bei der Umsetzung ihrer Prüfpflicht behilflich sein. Der Umfang der kommunalen Leistungen kann sehr stark variieren. Mittlerweile gibt es zahlreiche interessante Beratungsbeispiele in verschiedenen deutschen Kommunen.

Grundlage jeder fundierten Beratung ist insbesondere der Erwerb von hausinternen Fachkenntnissen.

Viele Informationen zur **Ausarbeitung des kommunalen Beratungsangebotes** können aus Forschungsvorhaben oder anderweitigen Empfehlungen entnommen werden. Dazu zählen:

- „Durchführung der Zustandserfassung und Sanierung von Abwasserleitungen auf Grundstücksentwässerungsanlagen und Empfehlungen für akzeptanzfördernde Maßnahmen“ (Stepkes et al., 2007)
- „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung - Entwicklung von Abnahmekriterien, Projekthandbuch“ (Hippe et al., 2012)
- „Konzeption zur Bürgerinformation und -einbindung zu § 61a LWG NRW bzw. zu privaten Hausanschlüssen“ (Bosseler et al., 2011)
- KommunalAgenturNRW, www.kua-nrw.de
- Kommunales Netzwerk Grundstücksentwässerung, www.komnetgew.de

Grundlage jeder fundierten Beratung ist insbesondere der Erwerb von hausinternen Fachkenntnissen. Dazu können auch städtische Mitarbeiter zu „Zertifizierten Kanalsanierungsberatern“ oder „Zertifizierten Beratern Grundstücksentwässerung“ weitergebildet werden.

In der **Satzung** der Kommune sollten Aussagen zu folgenden Punkten getroffen werden:

- Erklärung zur Aufgabenteilung zwischen öffentlichem und privatem Netzbetreiber
- Definition des Übergabepunktes zwischen öffentlicher und privater Zuständigkeit
- Umsetzungszeitplan für die Zustands- und Funktionsprüfung privater Grundstücksentwässerungen, räumlich aufgeteilt in einzelne Bearbeitungsgebiete
- Art und Umfang der Zustandserfassung und der Funktionsprüfung, angepasst an die örtlichen Randbedingungen sowie die daraus resultierende Dokumentationstiefe
- Bestimmungen zu Art und Umfang der einzureichenden Dokumentationsunterlagen im Anschluss an die Zustands- und Funktionsprüfung
- Hinweise zu Sanierungsfristen

3. Aufgaben der Unternehmen

Die praktische Umsetzung der Zustands- und Funktionsüberprüfung, der Sanierungsplanung, der Bauausführung und der Dichtheitsprüfung obliegt in den meisten Fällen privaten Unternehmen. Im Folgenden sind einige Hinweise für planende und begleitende Ingenieurbüros und Sachverständige sowie für Bauunternehmen zusammengestellt, die dazu dienen, im Vorfeld einer Bauausführung und später auch während der Bauphase hochwertige und damit langlebige Sanierungsergebnisse erzielen zu können.

3.1. Sanierungskonzept

Erster Schritt hin zu einer sachgerechten und effizienten Sanierung ist das Sanierungskonzept. Unerlässliche Grundlage dieses Konzeptes (und auch der späteren bautechnischen Umsetzung) ist die gute Dokumentation und Schadenserfassung eines vorhandenen Leitungsnetzes. Ist diese nicht vorhanden, muss das Sanierungsunternehmen den Eigentümer auf diesen Misstand hinweisen und Abhilfe einfordern.

Ein wirtschaftliches Sanierungskonzept ist, aufbauend auf der Zustandserfassung, unter Berücksichtigung der folgenden Randbedingungen zu entwickeln:

- Anforderungen des öffentlichen Netzbetreibers sowie der Vorgaben der Kommune (z.B. hinsichtlich Sanierungsvorgaben und anderer netzspezifischer Faktoren)
- weitere gesetzliche und normative Randbedingungen (WHG, DIN-Normen, DWA-Veröffentlichungen etc.)
- Leitungstrassen anderer Versorgungsträger im unmittelbaren Umfeld
- künftige Nutzung und Gewohnheiten der Betreiber sowie individuelle Wünsche des Eigentümers
- Grundriss und Bausubstanz
- nachhaltiger Sanierungsansätze bzgl. Niederschlagswasserbewirtschaftung
- Prüfung der Möglichkeit zur Verlegung abgehängter Leitungen oberhalb der Rückstauenebene
- Aufgabe des defekten Grundleitungsnetzes (wenn möglich)
- Einbeziehung der Rückstausicherung

Innerhalb des Sanierungskonzeptes ist die Auswahl des richtigen Sanierungsverfahrens für jeden Leitungsabschnitt insbesondere von den Feststellungen zum Schadensbild und der zusammenhängenden, ganzheitlichen Beurteilung des Systems abhängig. Dabei sind in einem schmutzwasserführenden Leitungssystem die grundsätzlichen Aspekte der Betriebs- und Standsicherheit sowie der Dichtheit des Systems gleichwertig zu betrachten.

Im niederschlagswasserführenden Teil eines Trennsystems ist der Aspekt der Dichtheit bei der Auswahl der Verfahren sinnvoll zu prüfen und in das Gesamtkonzept einzubinden. Eine unmittelbare gesetzliche Vorgabe zur Prüfung der niederschlagswasserführenden Systeme besteht indes nicht.

Die Verfahrensauswahl richtet sich in der Reihenfolge nach folgenden Kriterien:

- Gesetzliche Rahmenbedingungen
 - erforderlicher Grad der Dichtheit (festgelegt in der Ortssatzung oder durch Anordnung in einem Verwaltungsakt an den Eigentümer)
- Örtliche Randbedingungen
 - vorhandene Zugänglichkeiten
 - Abhängigkeit von Dritten (z.B. durch Geh-, Fahr- und Leitungsrechte)
 - baulicher Zustand und Alter des zu prüfenden Leitungssystems
 - Örtliche Boden- und Grundwasserverhältnisse
 - Wasserschutzzonenzugehörigkeit
- Technische Randbedingungen
 - bauliche und wirtschaftliche Eignung des Sanierungssystems
 - Verfügbarkeit bei den Unternehmen
 - Portfolio der beauftragten Unternehmen
- Wirtschaftliche Aspekte
 - Finanzierbarkeit durch den Eigentümer
 - Zuschüsse / Darlehn von Fördermittelgebern

3.2. Bauausführung

Die dem Bieter zur Verfügung gestellten Angebotsunterlagen sollten neben einer ausführlichen Bau- und Leistungsbeschreibung Unterlagen zur Sanierungsplanung enthalten. Mit diesen hat das Sanierungsunternehmen eine fundierte Grundlage zur Erstellung eines Angebotes. Hierbei muss der Bieter sich darauf verlassen können, dass die von ihm geforderten Sanierungsverfahren korrekt aufgrund einer Auswertung von Schadensbildern erfolgte. Allerdings obliegt es ihm, offensichtliche Planungsmängel frühst möglich anzuzeigen um Schaden von Auftraggeber abzuwenden. Bei der Angebotspreisfindung zeigen die Erfahrungen der vergangenen Jahre, dass die Strukturen einiger Betriebe mit diversen Vertriebsmodellen sehr unterschiedliche kalkulatorische Grundlagen zulassen. Die angebotenen Sanierungsmaßnahmen auskömmlich zu gestalten, ist eine wesentliche Aufgabe des Unternehmens.

Neben der Angebotskalkulation erwartet der Eigentümer fachlich und handwerklich fundierte Leistungen. Diese müssen durch regelmäßige Mitarbeiterschulungen, vorhandenes und funktionsfähiges Equipment sowie selbstständiges, koordiniertes und engagiertes Arbeiten vor Ort gewährleistet sein.

Grundvoraussetzungen sind daher:

- Vorlage von Gütesiegeln (RAL-GZ 961, RAL-GZ 968 etc.)
- Vorlage der Befähigungsnachweise für Personal nach Bauverfahren
- Einhaltung von Arbeitsschutzrichtlinien und Unfallverhütungsvorschriften (BGR 126, BGV C5, ArbStättV etc.)
- Anwendung von Qualitätsmanagement (DIN EN ISO 9000 ff.)
- Verwendung von Material gemäß DIBt-Zulassung (Deutsches Institut für Bautechnik)
- Sachkundenachweis für die anschließende Inspektion und die Funktionsprüfung

Weiteres Instrument zur Reduzierung von Sanierungsfehlern ist die Eingangskontrolle des gelieferten Materials. Zum Teil ist es möglich, Imperfektionen aber vor allen Transportmängel bereits vor dem eigentlichen Einbau festzustellen. Durch die Achtsamkeit des Bauunternehmers kann hier vermieden werden, dass ihm bei der Abnahme seiner Leistung diese Mängel zugeschrieben werden.

Zu einigen sehr häufig eingesetzten Bauverfahren lassen sich folgende Hinweise und Empfehlungen an das Sanierungsunternehmen zusammenfassen:

OFFENE BAUWEISE – SANIERUNG VON ERDVERLEGTE LEITUNGEN

- Anwendung der a.a.R.d.T. (DIN EN 1610, DWA-A 139 etc.)
- Beachtung der Verlege- und Herstellervorschriften
- Schutz der Materialien vor Beschädigungen durch Transport, Lagerung und Einbau
- Abnahme: optische Inspektion mittels Kamerauntersuchung sowie Dichtheitsprüfung nach DIN EN 1610 mit Übergabe aller Protokolle an Eigentümer

OFFENE BAUWEISE – SANIERUNG DURCH ABGEHÄNGTE LEITUNGEN

- Anwendung der a.a.R.d.T. (DIN 1986-100 etc.)
- Anschluss von erforderlichen Entwässerungsgegenständen unterhalb der neuen Leitungstrasse mit Hebeanlage

GESCHLOSSENE BAUWEISE – SCHLAUCHLINER/KURZ- UND LANGLINER

- Anwendung der a.a.R.d.T. (DIN 1986-100 etc.)
- Reinigung des Altrohres, Entfernung von einragenden Hindernissen
- Kalibrierung des zu sanierenden Kanalabschnitts, Aufnahme des Kanalverlaufs und der Kanalgeometrie
- fachgerechte Verwendung der Baumaterialien und fachgerechte Anwendung des gewählten Verfahrens
- Abnahme: TV-Inspektion und Dichtheitsprüfung nach DIN EN 1610 mit Übergabe aller Protokolle an den Eigentümer nach DIN 1986 Teil 30
- evtl. Rückstellung von Probestücken – Beprobung in Fachlabor

GESCHLOSSENE BAUWEISE – RELINING

- Anwendung der a.a.R.d.T. (DIN 1986-100 etc.)
- Reinigung des Altrohres, Entfernung von einragenden Hindernissen
- Kalibrierung des zu sanierenden Kanalabschnitts, Aufnahme des Kanalverlaufs und der Kanalgeometrie
- Falls erforderlich: Erstellung einer Start- und Zielbaugrube
- Abnahme: TV-Inspektion, Dichtheitsprüfung nach DIN EN 1610 und ggf. Entnahme von Probestücken mit Übergabe aller Protokolle an den Eigentümer
- evtl. Rückstellung von Probestücken – Beprobung in Fachlabor

4. Qualitätssicherungsmaßnahmen je Arbeitsschritt

Die folgenden Tabellen fassen zusammen, was die an der Sanierung Beteiligten bei jedem einzelnen Arbeitsschritt unternehmen können, um gute Sanierungsergebnisse zu erzielen. Angesprochen werden die Kommunen, der Grundstückseigentümer selber sowie die beteiligten Dienstleister (Sachverständige und Ingenieurbüros) und Bauunternehmen, welche unter dem Begriff „Auftragnehmer“ zusammengefasst sind.

VORBEREITUNG

Ziele

- Ausarbeitung klarer Zielvorgaben
- Verringerung von Zielkonflikten
- Optimale Nutzung des Kosteneinsparpotenzials

Eigentümer	Kommune	Auftragnehmer
Allgemeine Vorab-Informationen • Inanspruchnahme von Beratungsangeboten (Kommune, Ingenieurbüro, Presse, etc.) • Recherche zu finanziellen Fördermöglichkeiten zur Reduzierung des Eigenanteils • Klärung des Versicherungsumfangs der eigenen Gebäude- und Elementarversicherung klären • Initiierung oder Beteiligung an Auftraggeber- bzw. Projektgemeinschaften Bestands- und Zukunftspläne • Ortsbegehung / Plausibilitätsprüfung ggf. vorhandener Bestandspläne • Vorplanung zur zukünftigen Nutzung der Immobilie	• Prüfung der hydraulischen und baulichen Ausgangssituation im Einzugsgebiet • Ganzheitliche strategische Überlegungen zur Bürgerberatung • Konkretisierung des angestrebten Prüfumfangs für Ergebnisprotokolle • Prüfung interkommunaler Zusammenarbeit • Analyse dynamischer Wandelprozesse (u. a. demographischer Wandel, Einflüsse aus dem Klimawandel, Stadtplanung etc.)	Allgemeine Vorab-Informationen • Qualifizierung als Beratungsdienstleister

Weiterführende Informationen

- Allgemeine Vorab-Informationen**
- www.buergerinfo-abwasser.de
 - www.umwelt.nrw.de/umwelt/wasser/abwasser/dichtheitspruefung/
 - Netzbetreiber, Kommune, Bundesland, Kreditinstitut
 - Anbieter verschiedener Gütezeichen (z.B. RAL-GZ 986 (2011), „Zertifizierter KanalSanierungsBerater“ oder „Zertifizierter Berater Grundstücksentwässerung“)
 - NRW-Bank
- Bestands- und Zukunftspläne**
- Hausakten (Bauaufsicht der Stadt)

REINIGUNG

Ziele

- Herstellung komplett inspizierbarer Rohrquerschnitte für eine aussagekräftige TV-Dokumentation
- Verbesserung des aktuellen Abflussverhaltens
- Oberflächenvorbereitung für eine evtl. notwendige Sanierung

Eigentümer	Kommune	Auftragnehmer
Beauftragung • Einholung mehrerer Angebote • Vergleich mehrerer qualifizierter Anbieter • Koordinierung der zeitnahen Durchführung von Reinigung und Inspektion Durchführung • Zugänglichmachen der Inspektionsöffnungen • ggf. Terminabstimmung mit Nachbarn	• Hinweise auf die Erforderlichkeit der Reinigung in Beratungsgesprächen	Beauftragung • Gemeinsame Ortsbegehung/ Plausibilitätsprüfung • Erstellung nachvollziehbarer Angebote • Vorlage des Gütesiegels und Referenzen Durchführung • Fachgerechte Durchführung unter Beachtung der einschlägigen Richtlinien und der Gegebenheiten vor Ort

Weiterführende Informationen

Beauftragung

- www.buergerinfo-abwasser.de
- Sachkundige nach Landesliste, www.sadipa.it.nrw.de/Sadipa/

Durchführung

- www.buergerinfo-abwasser.de
- MKULNV-Abschlussbericht „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung“

TV-INSPEKTION (& ggf. ZUSTANDS- UND FUNKTIONSPRÜFUNG)**Ziele**

- Erfassung des tatsächlichen Leitungsverlaufs zur Aktualisierung vorhandener Unterlagen
- Nachweis der Funktionstüchtigkeit oder Schaffung hochwertiger und daher aussagekräftiger TV-Aufnahmen für eine fundierte Sanierungsplanung

Eigentümer	Kommune	Auftragnehmer
• Vergleich mehrerer qualifizierter Anbieter • Vorgabe der zu übergebenden Dokumentation (u.a. Datenarten) • Kontrolle der durchgeführten optischen Inspektion sowie der schriftlichen Nachweise auf Vollständigkeit	• Bereitstellen eines breiten Informationsangebots (Hotline einrichten, regelmäßige und gezielte Info-Veranstaltungen) • Initiierung/Abwicklung/Begleitung von Kooperationen verschiedener Eigentümer • Einforderung der Prüfnachweise, erstellt von zertifizierten Sachkundigen • Mahnung säumiger Grundstücksbesitzer	• Exakte Eintragung aller Leitungsbezeichnungen in den Lageplänen • Optische Inspektion aller erdverlegten Abwasserleitungen (Filmaufzeichnung sollte auch Revisionsöffnungen festhalten) • Ausarbeitung und Übergabe der Leitungsberichte, Videodateien und Lagepläne an den Eigentümer • Ggf. Ausstellung der Dichtheitsbescheinigung gemäß gesetzlicher Vorgaben

Weiterführende Informationen

- www.buergerinfo-abwasser.de
- MKULNV-Abschlussbericht „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung“
- Kommunale Satzungen
- Sachkundige für Dichtheitsprüfung privater Hausanschlüsse
- Anbieter verschiedener Gütezeichen (RAL-GZ 986 (2011), „Sachkundige für Dichtheitsprüfung privater Hausanschlüsse“, „Zertifizierter KanalSanierungsBerater“ oder „Zertifizierter Berater Grundstücksentwässerung“)

SANIERUNGSPLANUNG

Ziele

- Schaffung von Vergleichsmöglichkeiten hinsichtlich Aufwand, Nutzungsdauer und Kosten bei verschiedenen Sanierungslösungen
- Nutzung fundierter Fachkenntnisse qualifizierter Sanierungsplaner
- Vermeidung sehr kleinteiliger Sanierungsabschnitte, insb. in offener Bauweise

Eigentümer	Kommune	Auftragnehmer
• Nutzung kommunaler Informations- und Beratungsangebote • Erstellung eines Zeit- und Durchführungsplans in Zusammenarbeit mit Kommune oder sachkundigen Beratern • Prüfung, ob Grundleitungen stillgelegt und / oder unter der Kellerdecke abgehängt werden können	• Erwerb eigener Fachkenntnisse • Ggf. Angebot zur (stichprobenartigen) Überprüfung vorgelegter Planungen • Angebot verschiedener Info-Veranstaltungen für Eigentümer, Sanierungsplaner und Ausführende • Bereitstellung einer gepflegten Liste qualifizierter Beratungsdienstleister	• Überprüfung der vorhandenen Unterlagen, insb. die aktuelle Zustandserhebung auf Vollständigkeit und ausreichende Aussagekraft zur Auswahl von geeigneten Sanierungsverfahren und deren Dimensionierung • Beachtung der gesetzlichen Anforderungen und Kundenwünsche • Beratung des Eigentümers hinsichtlich verschiedener Sanierungsoptionen und deren Wirtschaftlichkeit

Weiterführende Informationen

- „Zertifizierter KanalSanierungsBerater“ oder „Zertifizierter BeraterGrundstücksentwässerung“
- Kommunale Satzungen
- Fremdwasser-, Abwasser- und Niederschlagswasserbeseitigungskonzept
- MKULNV „Bildreferenzkatalog“
- MKULNV-Abschlussbericht „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung“

SANIERUNG

Ziele

- Wiederherstellung einer funktionstüchtigen Grundstücksentwässerungsanlage
- Nutzung vorhandener Substanz und Ausschöpfung der maximalen Nutzungsdauer

Eigentümer	Kommune	Auftragnehmer
Beauftragung • Beschreibung der durchzuführenden Arbeiten • Bereitstellung der Inspektionsprotokolle • Vergleich mehrerer Angebote qualifizierter Anbieter Durchführung • Zugänglichmachung aller Arbeitsbereiche • Überprüfung der verwendeten Materialien gemäß Beschreibung • Erstellung einer eigenen Fotodokumentation • Einfordern von Dokumenten wie Bautagebüchern, Übereinstimmungserklärungen und aktualisierten Leitungsplänen	• Bereitstellung von Beratungsangeboten, möglichst auch über eine Hotline und persönliche Beratungsgespräche • Veröffentlichung und Pflege einer Liste geeigneter/qualifizierter Sanierungsunternehmen	Beauftragung • Erstellung nachvollziehbarer Angebote • Vorlage von Gutesiegeln und Befähigungsnachweisen des eingesetzten Personals Durchführung • Einhaltung von Arbeitsschutzrichtlinien • Qualitätsmanagement • Verwendung DiBt-zugelassener Materialien • Eingangskontrolle des gelieferten Materials auf Übereinstimmung und Transportschäden • Beachtung der ergänzenden Vorschriften für das jeweilige Sanierungsverfahren • Übergabe der Dokumentationen, Protokolle und der Übereinstimmungserklärung gemäß DiBt an den Eigentümer

Weiterführende Informationen

- „Zertifizierter KanalSanierungsBerater“ oder „Zertifizierter Berater Grundstücksentwässerung“)
- Kommunale Satzungen
- Vorschriften zum Arbeitsschutz (BGR 126, BGV C5, ArbStättV, DIN EN ISO 9000ff etc.)
- MKULNV-Abschlussbericht „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung“

ABNAHME inkl. DICHTHEITSPRÜFUNG**Ziele**

- Bescheinigung der nachweislichen Funktionstüchtigkeit durch erfolgreiche Sanierung
- Reduzierung bereits unmittelbar nach der Sanierung erkennbaren Fehlerhaftigkeiten
- Langfristiger Erkenntnisgewinn auf Seiten der ausführenden Unternehmen und der Kommune
- Aktualisierung der Hausakten bei Eigentümer und Kommune

Eigentümer	Kommune	Auftragnehmer
• Einfordern des Funktionsnachweises • Anfordern eines erneuten optischen Funktionsnachweises vor Ende der Gewährleistung • Archivierung der Nachweise und ggf. Einreichen der Bescheide bei der Kommune	• Festlegung des erforderlichen Prüfumfangs und der zu verwendenden Prüfverfahren • Einfordern der Funktionsnachweise und (stichprobenartigen) Kontrollen	• Ausstellung des Funktionsnachweises nach den gesetzlichen Vorgaben • Videodokumentation zum Zeitpunkt der Abnahme und vor Ende der Gewährleistung • Übergabe sämtlicher Unterlagen an den Eigentümer

Weiterführende Informationen

- MKULNV-Abschlussbericht „Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung“
- Kommunale Satzungen
- Sachkundige für Dichtheitsprüfung privater Hausanschlüsse
- Anbieter verschiedener Gütezeichen (RAL-GZ 986 (2011), „Sachkundige für Dichtheitsprüfung privater Hausanschlüsse“, „Zertifizierter KanalSanierungsBerater“ oder „Zertifizierter Berater Grundstücksentwässerung“)

5. Literatur

- ArbstättV (2004): Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung),
Ausfertigungsdatum: 12.08.2004 (BGBl. I S. 2179), zuletzt geändert am 19.07.2010
(BGBl. I S. 960), Bundesministerium der Justiz
- BGR 126 (2008): Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen,
BG-Bau Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Berlin
- BGV C5 (1997): Abwassertechnische Anlagen, BG-ETEM Berufsgenossenschaft Energie
Textil Elektro Medienerzeugnisse, Wiesbaden
- Bosseler, B., Schlüter, M. (2004): Sanierung von Hausanschlussleitungen, Pilotprojekt Stadt
Würselen, IKT, Kurzbericht, Januar 2004
- DIN 1986-30 (2012): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 30:
Instandhaltung, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- DIN 1986-100 (2008): „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“, Deutsches
Institut für Normung e.V., Berlin
- DIN EN 1610 (1997): „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“, DIN
Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- DIN EN ISO 9000:2005-12 ff. (2005): „Qualitätsmanagementsysteme“, DIN Deutsches
Institut für Normung e.V., Berlin
- DWA-A 139 (2009): „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“, Deutsche
Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- GG (1949): Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, zuletzt geändert am
21.07.2010 (BGBl. I S. 944)
- Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961 (2011): Herstellung und Instandhaltung von
Abwasserleitungen und – Kanälen, RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und
Kennzeichnung e.V., Sankt-Augustin
- Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 968 (2011): Herstellung, baulicher Unterhalt, Sanierung
und Prüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen, RAL Deutsches Institut für
Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt- Augustin
- Hippe, M., Wedmann, T., Böning, T., Lohse, M., Beck, R. et al. (2012): Untersuchungen zur
Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der
Grundstücksentwässerung - Entwicklung von Abnahmekriterien, Projekthandbuch,
Entwurf Stand 27.09.2012

- LWG (1995): Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz – LWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 1995, zuletzt geändert am 16. März 2010
- Pinnekamp, J., Stepkes, H., Haußmann, R., Müller, K., Staufer, P. et al. (2007): Durchführung der Zustandserfassung und Sanierung von Abwasserleitungen auf Grundstücksentwässerungsanlagen und Empfehlungen für akzeptanzfördernde Maßnahmen, Abschlussbericht, Projekt AZ IV-9-042 395, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Fassung vom 31.07.2009, zuletzt geändert am 11.8.2010