Ruhrverband

Analyse der Fremdwassersituation und Erarbeitung von Handlungskonzepten im Einzugsgebiet der Ruhr

Projektphase 3:

Untersuchung der Einzugsgebiete:

KA Meinerzhagen-Valbert
KA Schmallenberg
KA Schmallenberg-Bracht
KA Schmallenberg-Holthausen
KA Schmallenberg-Nordenau
KA Schmallenberg-Westfeld
KA Schmallenberg-Wormbach
KA Volmetal
KA Warstein-Belecke
KA Warstein

Abschlussbericht

Inhalt

Verzeichnis der Bilder 7

Verzeichnis der Tabellen 17

Abkürzungen 25

1 Einleitung 27

2 Beschreibung des Vorgehens 32

2.1 Messprogramm zur Lokalisierung von Fremdwasserquellen 32

2.1.1 Stationäre Durchflussmengen- und Kalibrierungsmessungen 34

2.1.2 Handmessungen des Abflusses 38

2.1.3 Niederschlags- und Klimamessungen 43

2.1.4 Grundwasserstandsmessungen 43

2.1.5 Wasserstandsmessungen an Bauwerken 44

2.2 Auswertung und Quantifizierung des Fremdwasseranfalls und Analyse der durch Fremdwasser verursachten Probleme 45

2.2.1 Datenmanagement und -aufbereitung 45

2.2.2 Auswertemethodik 48

2.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 54

2.4 Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen 56

3 Kläranlage Meinerzhagen-Valbert 69

3.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 69

3.1.1 Räumliche Lage und Topografie 69

3.1.2 Hydrologie und Hydrogeologie 70

3.1.3 Siedlungsentwässerung 71

3.1.4 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet 79

3.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 80

3.2.1 Messprogramm 80

3.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall 88

3.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse 104

3.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 106

3.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser und Abschätzung der Kosten 106

3.3.2 Alternative Maßnahmenkonzepte 114

3.4 Bewertung 114

3.4.1 Ermittlung des Nutzwertes der Sanierungsmaßnahmen bzw. Fremdwasserschwerpunkte (Nutzwertanalyse) 114
3.4.2 Abschätzung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 117

4 Kläranlagen im Stadtgebiet von Schmallenberg 120
4.1 Untersuchungsgebiete 120
4.2 Hydrologie 120
4.3 Hydrogeologie 123
4.4 KA Schmallenberg 124
4.4.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 124
4.4.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 133
4.4.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 171
4.4.4 Bewertung 175
4.5 KA Schmallenberg-Bracht 181
4.5.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 181
4.5.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 188
4.5.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 218
4.5.4 Bewertung 220
4.6 KA Schmallenberg-Holthausen 226
4.6.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 226
4.6.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 234
4.6.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 251
4.6.4 Bewertung 252
4.7 KA Schmallenberg-Nordenau 257
4.7.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 257
4.7.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 265
4.7.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 286
4.7.4 Bewertung 289
4.8 KA Schmallenberg-Westfeld 294
4.8.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 294
4.8.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 302
4.8.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 324
4.8.4 Bewertung 327
4.9 KA Schmallenberg-Wormbach 332
4.9.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 332
4.9.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 340
4.9.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 363
4.9.4 Bewertung 367

5 Kläranlage Volmetal 372
5.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 372
5.1.1 Räumliche Lage und Topografie 372
5.1.2 Hydrologie und Hydrogeologie 373
5.1.3 Siedlungsentwässerung 374
5.1.4 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet 382
5.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 383
5.2.1 Messprogramm 383
5.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall 394
5.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse 425
5.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 429
5.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser 429
5.3.2 Ermittlung der Kosten der einzelnen Maßnahmen 430
5.3.3 Alternative Maßnahmenkonzepte 433
5.4 Bewertung 433
5.4.1 Ermittlung des Nutzwertes der Sanierungsmaßnahmen bzw. Fremdwasserschwerpunkte (Nutzwertanalyse) 433
5.4.2 Abschätzung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 436

6 Kläranlagen im Stadtgebiet von Warstein 440
6.1 KA Warstein 440
6.1.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 440
6.1.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 452
6.1.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 486
6.1.4 Bewertung 492
6.2 KA Warstein-Belecke 499
6.2.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 499
6.2.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser 513
6.2.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten 550
6.2.4 Bewertung 556

7 Zusammenfassung 562

8 Fazit und Ausblick 570

9 Literaturverzeichnis 574

Anhang

Anhang A: Planunterlagen der Einzugsgebiete

Anhang B: Auswertungen der Messstellen und Handlungskonzepte

Anhang C: Matrizen zur Nutzwertermittlung

Verzeichnis der Bilder

Bild 1: Übersichtslageplan der zehn zu untersuchenden Einzugsgebiete im Verbandsgebiet 30

Bild 2: Durchflussmengenmessgerät UGSH mit Sensor der Fa. W.A.S. (links) und Einbausituation im Kanal (rechts) 35

Bild 3: Durchflussmengenmessgerät Sigma 911 Ex (Fa. W.A.S.) 36

Bild 4: Tracer-Messgerät Flo-Tracer (links) und Messaufnehmer im Fließgerinne (rechts) 38

Bild 5: Einbausituation eines mobilen MID (Mobi-DiR) der Fa. Zangenberg 38

Bild 6: Mobiles Durchflussmengenmessgerät UGSH mit Messgestänge (Fa. W.A.S.) 39

Bild 7: Mobiles Durchflussmengenmessgerät 2000 Flo-Mate (Fa. GWU) 40

Bild 8: Klimastation (links) und Regenschreiber RG 100-RDS (rechts) 43

Bild 9: Grundwasserdrucksonde Insider der Fa. W.A.S. mit Einbaurandbedingungen zur Erfassung des Grundwasserstandes 44

Bild 10: Explosionsgeschützte Drucksonde MDS4-Ex „Kanalagent“ der Fa. W.A.S. zur Erfassung des Wasserstandes in Bauwerken zur Niederschlagswasserbehandlung 45

Bild 11: Gegenüberstellung von Regenaufzeichnung (blau), Wasserstandsmessung (grün) und Durchflussmengenmessung (magenta) 46

Bild 12: Plausibilitätskontrolle mit Q/h-Messwertpaaren (blau) und zugehöriger Regressionskurve (rot) an einer Durchflussmengenmessstelle [41] 47

Bild 13: Vergleich der Monatsmittelwerte der unterschiedlichen Berechnungsmethoden am Beispiel der KA Schmallenberg-Westfeld für das Jahr 2007 51

Bild 14: Schematische Auswertung des Fremdwasserabflusses an einer stationären Durchflussmengenmessstelle mit Excel 52

Bild 15: Ermittlung der fehlangeschlossenen Fläche in trennentwässerten Einzugsgebieten 53

Bild 16: Wirkungsgrad einer Modellkläranlage beim Parameter CSB bei unterschiedlichem Fremdwasseranfall 64

Bild 17: Wirkungsgrad einer Modellkläranlage beim Parameter N_{ges} bei unterschiedlichem Fremdwasseranfall 64

Bild 18: Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert 69

Bild 19: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Meinerzhagen-Valbert mit Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006 73

Bild 20: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Meinerzhagen-Valbert in einem nassen Jahr 2001 mit h_{Na} = 1.603 mm 74

Bild 21: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Meinerzhagen-Valbert in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1.121 mm 75

Bild 22: Einstau- und Entlastungsdauern des RÜB Valbert im Mittel über die Jahre 1998 - 2007 78
Bild 23: Lage der stationären Durchflussmessstellen im EZG der KA Meinerzhagen-Valbert 83
Bild 24: Niederschlags- und Temperaturverlauf während der Messperiode 86
Bild 25: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert 91
Bild 26: Summenhäufigkeiten der Abflüsse aus trennentwässerten Teileinzugsgebieten 93
Bild 27: Bachabfluss im Bereich Nordhelle 96
Bild 28: Fehlanschluss bzw. Kanalschaden Heidewinkel 97
Bild 29: Fehlanschluss Robchestraße (links) und Kanalschäden „Auf der Hardt“ (rechts) 98
Bild 30: Zufluss einer Dränage bzw. eines Baches im Schacht 7616 am Ende der Ihnestraße 99
Bild 31: Fehlanschlüsse Heidehang 100
Bild 32: Kanalschäden Heidehang 100
Bild 33: Kanalschäden Wiesengrund 101
Bild 34: Abschätzung der an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossenen Fläche 103
Bild 35: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007) 105
Bild 36: Sanierungskonzept Nordhelle (Lösung A) 108
Bild 37: Sanierungskonzept Nordhelle (Lösung B) 108
Bild 38: Sanierungskonzept Robchestraße 109
Bild 39: Zusammenstellung der Nutzwerte 116
Bild 40: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 119
Bild 41: Untersuchungsgebiete im Stadtgebiet von Schmallenberg 120
Bild 42: Monatliche Lufttemperaturen des Jahres 2007 in Winkhausen (Mst_54) und langjähriges Monatsmittel der Station Siegen (1961 – 1990) 122
Bild 43: Frostperioden in den Einzugsgebieten der Schmallenberger Kläranlagen im Jahr 2007 123
Bild 44: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg 125
Bild 45: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg mit Jahresniederschlagshöhen für 2000 bis 2006 126
Bild 46: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.312 mm 127
Bild 47: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1026 mm 128
Bild 48: Mittlere jährliche Einstaudauern der Regenbecken im Zeitraum 1996 - 2006 131

Bild 49: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen 134
Bild 50: Monatliche Niederschlagshöhen 2007 in Schmallenberg (Mst_50 und Mst_54) im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel 139
Bild 51: Gemessene Einstau- und Entlastungsdauern von Januar bis Juli 2007 141
Bild 52: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg 145
Bild 53: Mobile Messstellen in Oberkirchen 147
Bild 54: Abflusszuwachs in dem Überleitungssammler von Oberkirchen nach Winkhausen 148
Bild 55: Abflussspitzen im Schmutzwasserkanal „In der Riemeske“ 149
Bild 56: Mobile Messstellen in Grafschaft 150
Bild 57: Zufluss aus dem Trenngebiet Kloster bei Regenwetter 151
Bild 58: Abflussverhalten im Sorpetal, Zufluss Niedersorpe (Mst_06) 152
Bild 59: Abflussverhalten am Ende des Sorpetales (Mst_07) 153
Bild 60: Summenhäufigkeitsverteilung der Abflüsse an den Durchflussmessstellen im Sorpetal 154
Bild 61: Wasserzufluss aus Hausanschlüssen in der Alten Poststraße 158
Bild 62: Wasserzufluss aus nicht fachgerecht eingebauten Stutzen in der Alten Poststraße/ angeschlossene Dränage 159
Bild 63: Ständiger Wasserzufluss aus Hausanschlüssen in der Schützenstraße 160
Bild 64: Ständiger Wasserzufluss aus Hausanschlüssen in Gleidorf 161
Bild 65: Defekter Schacht mit direkt angeschlossener Dränage und eindringendem Wasser an einer Schachtanbindung in Gleidorf 162
Bild 66: Fremdwassereintritte über Hausanschlüsse in der Straße Im Brauke/Hünegräben 163
Bild 67: Fremdwassereintritte über undichte Muffen im Bereich der Lennequerung 164
Bild 68: Fremdwassereintritt über undichte Schächte im Sammler südl. der Fa. Falke 164
Bild 69: Fremdwassereintritt über Hausanschlüsse im Rotdornweg 165
Bild 70: Fremdwassereintritte über Hausanschlüsse in Südoststadt 165
Bild 71: Fremdwassereintritt über fehlendes Wandungsteil/Scherbenbildung bzw. Risse 166
Bild 72: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007) 170
Bild 73: Zusammenstellung der Nutzwerte 176
Bild 74: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 180
Bild 75: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Bracht 181
Bild 76: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Bracht mit mittleren Jahresniederschlagshöhen für 2000 bis 2006 183

Bild 77: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums im nassen Jahr 2002 (h_{Na} = 1.312 mm) 184
Bild 78: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums im trockenen Jahr 2003 (h_{Na} = 987 mm) 185
Bild 79: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen 189
Bild 80: Monatliche Niederschlagshöhen 2007 in Bracht (Mst_53) und das langjährige Monatsmittel 192
Bild 81: TV-inspizierte Sammlerabschnitte im Einzugsgebiet der KA Bracht 194
Bild 82: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Bracht 196
Bild 83: Abflussverhalten an der Mst_19 198
Bild 84: Abflussverhalten an der Mst_25 199
Bild 85: Grundwasserverlauf (Mst_63) und Abflusskurven der Mst_19 sowie der Mst_25 201
Bild 86: Summenhäufigkeitsverteilung der Abflüsse an den stationären Durchflussmessstellen 202
Bild 87: Kenndaten der direkten Einzugsgebiete der Durchflussmessgeräte im EZG der KA Schmallenberg-Bracht 203
Bild 88: Abflussverhältnisse im Schmutzwasserkanal bei einem Niederschlagsereignis 204
Bild 89: Ergebnisse der TV-Inspektion und der Nebelung 207
Bild 90: Eindringendes Wasser durch undichte Bauwerkswandung 208
Bild 91: Ständiger Wasserzufluss aus einer Hausanschlussleitung 208
Bild 92: Fehlangeschlossene Dachfläche in der Ringstraße 209
Bild 93: „Sparschacht“ in der Gleierstraße 209
Bild 94: Hauptfremdwasserquellen in der Bachstraße 210
Bild 95: Fehlangeschlossene Hoffläche und fehlangeschlossene Straßenentwässerung in der Bachstraße 211
Bild 96: Ständig eindringendes Wasser aus einem Hausanschluss und eine defekte Muffe in der Christine-Koch-Straße 211
Bild 97: Fehlangeschlossene Dachfläche in der Christine-Koch-Straße 212
Bild 98: Ständig eindringendes Wasser aus Hausanschlüssen in der Lindenstraße 213
Bild 99: Hauptfremdwasserquellen im Überleitungssammler „Im Ruthen“ 214
Bild 100: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Bracht (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007) 217
Bild 101: Zusammenstellung der Nutzwerte 222
Bild 102: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 225
Bild 103: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen 226

Bild 104: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg-Holthausen mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006 228

Bild 105: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Holthausen in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.354 mm (Regenschreiber Holthausen) 229

Bild 106: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Holthausen in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1.029 mm (Regenschreiber Holthausen) 230

Bild 107: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen 236

Bild 108: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen 242

Bild 109: Summenhäufigkeitsverteilung der Abflüsse im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen 243

Bild 110: Ermittlung der fehlangeschlossenen Fläche in Schmallenberg-Holthausen 244

Bild 111: Übersicht der im Trennsystem fehlangeschlossenen Flächen im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen 247

Bild 112: Undichte Schachtanbindung im Bereich der Ohlbergstraße (Eckschacht) ... 248

Bild 113: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007) 250

Bild 114: Zusammenstellung der Nutzwerte 253

Bild 115: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 256

Bild 116: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau 257

Bild 117: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg-Nordenau mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006 259

Bild 118: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Nordenau in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.354 mm (Regenschreiber Holthausen) 260

Bild 119: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Nordenau in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1.029 mm (Regenschreiber Holthausen) 261

Bild 120: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen 267

Bild 121: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau 274

Bild 122: Summenhäufigkeitsverteilung des Abflusses von Nesselbach (Mst_01) 275

Bild 123: Ermittlung der fehlangeschlossenen Fläche in Nesselbach (Mst_01) 276

Bild 124: Identifizierte Kanalschäden im Alten Weg in Nordenau 279

Bild 125: Identifizierte Kanalschäden im südlichen Talsammler in Nordenau 280

Bild 126: Charakteristische Kanalschäden mit Fremdwassereintritt im Alten Weg 282

Bild 127: Charakteristische Kanalschäden mit Fremdwassereintritt im südlichen Talsammler 283
Bild 128: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Schmallenberg-Nordenau (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007) 285
Bild 129: Zusammenstellung der Nutzwerte 290
Bild 130: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 293
Bild 131: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld 294
Bild 132: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg-Westfeld mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006 296
Bild 133: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Westfeld in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.300 mm 297
Bild 134: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Westfeld in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1.067 mm 298
Bild 135: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen 303
Bild 136: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld 309
Bild 137: Summenhäufigkeitsverteilung des Abflusses von Ohlenbach (Mst_03) 310
Bild 138: Ermittlung der fehlangeschlossenen Fläche im Ortsteil Ohlenbach (Mst_03) 311
Bild 139: UPONOR-Schacht des Schmutzwassersammlers aus Ohlenbach (27.08.2007) 314
Bild 140: Fremdwasserquellen in Westfeld-Ohlenbach 315
Bild 141: Westfeld-Ost 316
Bild 142: Westfeld-West 317
Bild 143: Undichter Schacht Nr. 13 hinter Messstelle Mst_03 mit eindringendem Grundwasser 319
Bild 144: Undichtigkeiten im Schacht bei Handmessstelle Wf_08 in Westfeld 319
Bild 145: Beispiele für massive Verockerungen im Mischwasserkanal in Westfeld (Winterberger Str.) 320
Bild 146: Zutritt von Oberflächenwasser im Bereich der Messstelle Mst_04 über Schachtdeckelöffnungen bei Niederschlägen 321
Bild 147: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Schmallenberg-Westfeld (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007) 323
Bild 148: Zusammenstellung der Nutzwerte für Westfeld 328
Bild 149: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 331
Bild 150: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach 332
Bild 151: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg-Wormbach mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006 334

Bild 152: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Wormbach in einem nassen Jahr 2004 mit h_{Na} = 1.162 mm 335

Bild 153: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Wormbach in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 987 mm 336

Bild 154: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen 342

Bild 155: Gemessene Einstau- und Entlastungsdauern sowie Messtage am SK Wormbach im Zeitraum Januar bis Juli 2007 347

Bild 156: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach 350

Bild 157: Übersicht der Schäden und Schachtnummern im Bereich Neue Ennest, Ennest und Auf dem Bruch (Wormbach-West) 353

Bild 158: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 1.2 nach M 1.3 355

Bild 159: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 1 - M 1.1 355

Bild 160: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 2 - M 3 356

Bild 161: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 4 - M 5 357

Bild 162: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 6 - M 7 357

Bild 163: Übersichtslageplan von Wormbach-Ost kurz vor dem Stauraumkanal 358

Bild 164: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt zwischen den Handmessstellen Wb_04 und Wb_07 359

Bild 165: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007) 362

Bild 166: Zusammenstellung der Nutzwerte 368

Bild 167: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 371

Bild 168: Einzugsgebiet der KA Volmetal 373

Bild 169: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Volmetal mit mittleren Jahresniederschlagshöhen für 2000 bis 2005 375

Bild 170: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums im nassen Jahr 2001 (h_{Na} = 1.556 mm) 376

Bild 171: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums im trockenen Jahr 2003 (h_{Na} = 1.075 mm) 377

Bild 172: Mittlere jährliche Einstaudauern der Regenbecken und Stauraumkanäle (1995 - 2006) 380

Bild 173: Mittlere jährliche Entlastungsdauern der Regenbecken und Stauraumkanäle (1995 - 2006) 380

Bild 174: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen 385

Bild 175: Niederschlag und Temperaturverlauf während der Messperiode an der Mst_51 391

Bild 176: Gemessene Einstau- und Entlastungsdauern von Januar bis Juli 2007 393

Bild 177: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Volmetal im Messzeitraum 397

Bild 178: Abflussverhalten im EZG Kierspe (Mst_01) 399
Bild 179: Nachlaufphasen im EZG Kierspe (Mst_01) im Zeitraum Mai – Juni 2007 400
Bild 180: Summenhäufigkeitsverteilung der Abflüsse an der Mst_01 (Januar – Juni 2007) 401
Bild 181: Systemschema EZG Mst_01 403
Bild 182: Zufluss zum Pumpenschacht P20100005 in Gokesberg (links), eindringendes Wasser in Haltung S20000115 (rechts) 404
Bild 183: Diagramm zur Abschätzung der an SW-Kanälen angeschlossenen Fehlflächen im EZG Kierspe (Mst_01) 405
Bild 184: Systemschema EZG Mst_02 406
Bild 185: Anschluss eines namenlosen Siepens an den Kanal im Burgweg 407
Bild 186: Volme-Düker zwischen Poststraße und Ohler Weg 408
Bild 187: Systemschema EZG Mst_05 409
Bild 188: Systemschema EZG Mst_06 410
Bild 189: Zufluss von Hangwasser in Schacht 20870 410
Bild 190: Systemschema EZG Mst_263 411
Bild 191: Haltung 20041, eindringendes Wasser 412
Bild 192: Systemschema EZG Mst_03 413
Bild 193: Systemschema EZG Mst_08 414
Bild 194: Zufluss Teichüberlauf in Schacht 30228 (HMst_08_06) 415
Bild 195: Systemschema EZG Mst_07 416
Bild 196: Systemschema EZG Mst_09 417
Bild 197: Systemschema EZG Mst_10 418
Bild 198: Haltung 30842, seitlicher Zufluss von klarem Wasser (links), Schacht 32150, seitlicher Zufluss von klarem Wasser (rechts) 419
Bild 199: Haltung 32217, eindringendes Wasser 419
Bild 200: Schacht 30305, seitlicher Zufluss von klarem Wasser (oben), Haltung 30303, eindringendes Wasser (unten links), Haltung 30280, eindringendes Wasser (unten rechts) 420
Bild 201: Systemschema EZG Mst_22 421
Bild 202: Haltung 30314, Fehlanschluss 422
Bild 203: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Volmetal (umgerechnet auf Jahresmittelwerte 2007) 427
Bild 204: Zusammenstellung der Nutzwerte 435
Bild 205: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 439
Bild 206: Einzugsgebiet der KA Warstein 441
Bild 207: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Warstein mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006 444
Bild 208: Jahresgang des Fremdwasserabflusses in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.247 mm 446

Bild 209: Jahresgang des Fremdwasserabflusses in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 865 mm 446
Bild 210: Datenkollektiv der Wasserstandsmessungen an NWB-Anlagen 449
Bild 211: Einstaudauern der NWB-Anlagen im Jahresmittel 450
Bild 212: Entlastungsdauern der NWB-Anlagen im Jahresmittel 450
Bild 213: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen des EZG der KA Warstein 454
Bild 214: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Warstein 466
Bild 215: Abflussverhalten des an den Mst_253 und Mst_254 erfassten Brauereikanals und des direkten Einzugsgebietes Mescheder Schling 468
Bild 216: Summenhäufigkeitsverteilung der Differenzabflüsse im Brauereikanal zwischen Mst_253 und Mst_254 (Mescheder Schling) 469
Bild 217: Schematische Darstellung der Hand- und Tracer-Messung 471
Bild 218: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt im Hauptsammler 475
Bild 219: Dränageanschluss im Nebensammler sowie Einleitung dessen in den Hauptsammler (oben) und Einleitung zweier Westerdüker in den Hauptsammler (unten) 476
Bild 220: Kanalschäden und Fremdwassereintritte in der Ewaldstraße 477
Bild 221: Grundwasserbedingter Fremdwassereintritt im linken unteren Bereich des Schachtes (links) und niederschlagsbedingter Fremdwassereintritt über Schachtöffnungen (rechts) 479
Bild 222: Mobi-DiR-Messung innerhalb eines kritischen Brauereikanalabschnittes 480
Bild 223: Fremdwassereintritt durch Schachtring (unterer Bereich rechts) am Brauereikanal zwischen Güterbahnhof und Kläranlage 481
Bild 224: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Warstein (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007) 485
Bild 225: Zusammenstellung der Nutzwerte 494
Bild 226: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 497
Bild 227: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Nutzwert-Kosten-Analyse und des voraussichtlich eliminierbaren Fremdwassers 498
Bild 228: Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke 500
Bild 229: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Warstein-Belecke mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2005 504
Bild 230: Jahresgang des Fremdwasserabflusses im EZG der KA Warstein-Belecke in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.247 mm 505
Bild 231: Jahresgang des Fremdwasserabflusses im EZG der KA Warstein-Belecke in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 865 mm 506
Bild 232: Datenkollektiv der Wasserstandsmessungen an den NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke 509
Bild 233: Einstaudauern der NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke im Jahresmittel (1999 – 2006) 509

Bild 234: Entlastungsdauern der NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke im Jahresmittel (1999 – 2006) 510

Bild 235: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen im EZG der KA Warstein-Belecke 515

Bild 236: Grundwasserstand und Niederschlag im EZG der KA Warstein-Belecke 521

Bild 237: Einstaudauer der NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke 523

Bild 238: Entlastungsdauer der NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke 523

Bild 239: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Warstein-Belecke 527

Bild 240: Schematische Darstellung der Handmessungen zwischen Mst_01 und Mst_04 (Oberes Westerbachtal) 529

Bild 241: Undichtigkeit in Haltung 180133 (links), unbekannter Anschluss in Haltung 180067 (rechts) 533

Bild 242: HMst_261_6 Hanglage, Wassereinbruch im Schachtring unten 534

Bild 243: Undichtigkeit in der Haltung 180066 (links), Dränageanschluss von oben in der Haltung 180624 (rechts) 534

Bild 244: Scherbenbildung und Fremdwassereintritt im Anschlusssammler vom PW Hirschberg (links), Scherbenbildung und Fremdwassereintritt im Anschlusssammler vom PW Hirschberg (rechts) 535

Bild 245: Wassereintritt im Hauptsammler Haltung 160007 (oben links), Haltung 160008 (oben rechts) und Haltung 160009 (unten links) 536

Bild 246: Wassereintritt im Hauptsammler unterhalb SK II Esser-Werke, Haltung 160061 (links) und Haltung 160063 (rechts) 537

Bild 247: Fremdwassereintritt in Haltung 160136, Lanferstraße (links), undichter Schachtanschluss (rechts) 538

Bild 248: Massiver Schaden in der Haltung 150134 (oben links), Scherbenbildung in der Haltung 150134 (oben rechts), klares Wasser im Schmutzwasserkanal (Mitte links), Undichtigkeiten am Anschluss (Mitte rechts), undichter Schacht im Schmutzwasserkanal (unten) 540

Bild 249: Fremdwassereintritt in der Haltung 160161 (Emil-Siepmann-Straße) 541

Bild 250: Fremdwassereintritt in der Haltung 120054 (links), Dränagezufluss in der Haltung 120053 (rechts) 542

Bild 251: Zufluss klares Wasser vom Gelände der Fa. Persta (links), Haltung 100091, Schaden in der Anschlussleitung der Fa. Persta (rechts) 543

Bild 252: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Warstein-Belecke (umgerechnet auf Jahresmittelwerte 2007) 549

Bild 253: Zusammenstellung der Nutzwerte 557

Bild 254: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse 560

Bild 255: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Nutzwert-Kosten-Analyse und des voraussichtlich eliminierbaren Fremdwassers 561

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Kontrollmaßnahmen an einer Durchflussmessstelle 37
Tabelle 2: Optimale Zeiträume für Messkampagnen zur Untersuchung eines Fremdwasserproblems in unterschiedlichen Entwässerungssystemen [18] 40
Tabelle 3: Maßnahmen zur Ortung von Fremdwasserquellen [18] 42
Tabelle 4: Vergleich und Bewertung von Methoden zur Berechnung des Fremdwasseraufkommens 51
Tabelle 5: Zugewiesene Gewichtungen der Bewertungs- und Feinkriterien in der Nutzwertanalyse 58
Tabelle 6: Anteil der Fließgewässertypen im Einzugsgebiet der Ruhr [29] 67
Tabelle 7: Bewertung der Fließgewässertypen 68
Tabelle 8: Monatliche Niederschlagshöhen im Vergleich zum langjährigen Mittel 71
Tabelle 9: Mittlere Monatstemperaturen im Vergleich zum langjährigen Mittel 71
Tabelle 10: Zusammenstellung der maßgeblichen Abflusskenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006) 76
Tabelle 11: Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage 77
Tabelle 12: Ablaufkonzentrationen und Überwachungswerte der KA Meinerzhagen-Valbert im Jahr 2007 77
Tabelle 13: Abflusskenndaten der stationären Durchflussmengenmessstellen 81
Tabelle 14: Kenndaten (Einwohner und befestigte Flächen) der stationären Durchflussmengenmessstellen 82
Tabelle 15: Übersicht der Durchflussmessungen im EZG der KA Meinerzhagen-Valbert 84
Tabelle 16: Überblick über die Niederschlagsmessstellen 85
Tabelle 17: Überblick über die Grundwassermessstellen 86
Tabelle 18: Übersicht der Wasserstandsmessungen in NWB-Anlagen 87
Tabelle 19: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 89
Tabelle 20: Übersicht der lokalisierten Fremdwasserquellen 95
Tabelle 21: Umrechnung der halbjährigen Messkampagne auf ein ganzjähriges Mittel 104
Tabelle 22: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen 106
Tabelle 23: Schäden und geplante Sanierungskosten in Valbert-West 110
Tabelle 24: Schäden und geplante Sanierungskosten in Valbert-Ost 112
Tabelle 25: Schäden und geplante Sanierungskosten in den Vorortschaften 113
Tabelle 26: Zusammenstellung aller Sanierungskosten im EZG der KA Meinerzhagen-Valbert 114
Tabelle 27: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche 115

Tabelle 28: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 118
Tabelle 29: Monatliche mittlere Niederschlagshöhen des DWD über die Jahre 1961 – 1990 im Bereich des Stadtgebietes Schmallenberg 121
Tabelle 30: Zusammenstellung der maßgeblichen Abflusskenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006) 129
Tabelle 31: Zulaufkonzentrationen der KA Schmallenberg über die Jahre 2000 bis 2006 130
Tabelle 32: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg im Jahr 2007 130
Tabelle 33: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg 135
Tabelle 34: Übersicht der Abflussmessungen im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg 137
Tabelle 35: Übersicht der Niederschlagsmessungen im EZG der KA Schmallenberg 138
Tabelle 36: Übersicht der Grundwasserspiegelmessungen im EZG KA Schmallenberg 140
Tabelle 37: Übersicht der Wasserstandsmessungen in NWB-Anlagen und in Regenüberläufen 141
Tabelle 38: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 144
Tabelle 39: Fremdwasserschwerpunkte in den jeweiligen Teileinzugsgebieten 155
Tabelle 40: Voraussichtlicher Fremdwasserabfluss der Teileinzugsgebiete nach der Sanierung 167
Tabelle 41: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Schmallenberg 169
Tabelle 42: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen 171
Tabelle 43: Zusammenstellung der Sanierungskosten 174
Tabelle 44: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche 176
Tabelle 45: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 178
Tabelle 46: Zusammenstellung der maßgeblichen Abflusskenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006) 186
Tabelle 47: Zulaufkonzentrationen KA Schmallenberg-Bracht 187
Tabelle 48: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Bracht im Jahr 2007 187
Tabelle 49: Messstellenkenndaten im EZG der KA Bracht 189
Tabelle 50: Übersicht der Abflussmessungen im EZG KA Bracht 190
Tabelle 51: Übersicht der Niederschlagsmessungen im EZG KA Bracht 190
Tabelle 52: Übersicht der Grundwasserspiegelmessung im Einzugsgebiet der KA Bracht 192
Tabelle 53: Ermittelte mittlere Fremdwasserabflüsse der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 196

Tabelle 54: Ermittelte mittlere Fremdwasserabflüsse der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete während eines Regenereignisses vom 28.02.2007 bis zum 01.03.2007 205
Tabelle 55: Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet der KA Bracht 206
Tabelle 56: Voraussichtlicher Fremdwasserabfluss der Teileinzugsgebiete nach der Sanierung 215
Tabelle 57: Voraussichtlicher Anteil der fehlangeschlossenen Flächen A_f nach der Sanierung 215
Tabelle 58: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Schmallenberg-Bracht 217
Tabelle 59: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen 218
Tabelle 60: Zusammenstellung der Sanierungskosten 220
Tabelle 61: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche 221
Tabelle 62: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 223
Tabelle 63: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 – 2006) für das EZG der KA Schmallenberg-Holthausen 231
Tabelle 64: Zulaufkonzentrationen zur KA Schmallenberg-Holthausen über den Zeitraum 2002 - 2007 232
Tabelle 65: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Holthausen 233
Tabelle 66: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen 236
Tabelle 67: Übersicht der Abflussmessungen im EZG Schmallenberg-Holthausen 237
Tabelle 68: Überblick über die Niederschlagsmessstellen 238
Tabelle 69: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel 238
Tabelle 70: Laufzeiten der Mobi-DiR-Messungen 239
Tabelle 71: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 241
Tabelle 72: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen 246
Tabelle 73: Identifizierte an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossene Flächen 246
Tabelle 74: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Schmallenberg-Holthausen 249
Tabelle 75: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen 250
Tabelle 76: Zusammenfassung der Sanierungskosten in Schmallenberg-Holthausen 251
Tabelle 77: Nutzwert des EZG der KA Schmallenberg-Holthausen 253
Tabelle 78: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse in Holthausen 255
Tabelle 79: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 – 2006) für das EZG der KA Schmallenberg-Nordenau 262
Tabelle 80: Zulaufkonzentrationen zur KA Schmallenberg-Nordenau über den Zeitraum 2002 - 2007 263
Tabelle 81: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Nordenau im Jahr 2007 263

Tabelle 82: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg-Nordenau 268
Tabelle 83: Übersicht der Abflussmessungen im EZG der KA Schmallenberg-Nordenau 268
Tabelle 84: Überblick über die Niederschlagsmessstellen 269
Tabelle 85: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel 270
Tabelle 86: Übersicht der abgeteuften Grundwasserspiegelmessung 270
Tabelle 87: Zusammenstellung der durchgeführten Kamerabefahrungen 271
Tabelle 88: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 272
Tabelle 89: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen 278
Tabelle 90: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen 281
Tabelle 91: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten 281
Tabelle 92: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Schmallenberg-Nordenau 284
Tabelle 93: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen 286
Tabelle 94: Haltungen 287
Tabelle 95: Schächte 288
Tabelle 96: Zusammenfassung der Sanierungskosten in Schmallenberg-Nordenau 289
Tabelle 97: Nutzwert des EZG der KA Schmallenberg-Nordenau 290
Tabelle 98: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse in Nordenau 291
Tabelle 99: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006) für das EZG der KA Schmallenberg-Westfeld 299
Tabelle 100: Zulaufkonzentrationen zur KA Schmallenberg-Westfeld über den Zeitraum 2002 - 2007 300
Tabelle 101: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Westfeld im Jahr 2007 300
Tabelle 102: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg-Westfeld 304
Tabelle 103: Übersicht der Abflussmessungen im EZG der KA Schmallenberg-Westfeld 304
Tabelle 104: Überblick über die Niederschlagsmessstellen 305
Tabelle 105: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel 306
Tabelle 106: Übersicht der abgeteuften Grundwasserspiegelmessungen 306
Tabelle 107: Zusammenstellung der durchgeführten Kamerabefahrungen im EZG der KA Westfeld 307
Tabelle 108: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 308
Tabelle 109: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen 313
Tabelle 110: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen von Westfeld 318
Tabelle 111: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Westfeld 318

Tabelle 112: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 bis 2007 für die KA Schmallenberg-Westfeld 322
Tabelle 113: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen in Schmallenberg-Westfeld 324
Tabelle 114: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen von Westfeld 325
Tabelle 115: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Westfeld 326
Tabelle 116: Zusammenfassung der Sanierungskosten in Schmallenberg-Westfeld 327
Tabelle 117: Nutzwert des EZG der KA Schmallenberg-Westfeld 328
Tabelle 118: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse in Westfeld 330
Tabelle 119: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006) für das EZG der KA Schmallenberg-Wormbach 337
Tabelle 120: Zulaufkonzentrationen zur KA Schmallenberg-Wormbach über den Zeitraum 2002 - 2007 338
Tabelle 121: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Wormbach 338
Tabelle 122: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach 343
Tabelle 123: Übersicht der Abflussmessungen im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach 343
Tabelle 124: Überblick über die Niederschlagsmessstellen 344
Tabelle 125: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel 345
Tabelle 126: Übersicht der abgeteuften Grundwasserspiegelmessung 346
Tabelle 127: Übersicht der Wasserstandsmessungen an NWB-Anlagen im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach 346
Tabelle 128: Zusammenstellung der durchgeführten Kamerabefahrungen 348
Tabelle 129: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 349
Tabelle 130: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen 352
Tabelle 131: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Wormbach-Ost im EZG der Mst_15 354
Tabelle 132: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen von Wormbach-Ost im EZG der Mst_15 354
Tabelle 133: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Wormbach-West im EZG der Mst_17 359
Tabelle 134: Fremdwasserabflüsse nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der Jahre 2000 bis 2007 für die KA Schmallenberg-Wormbach 360
Tabelle 135: Übersicht der Fremdwasserabflüsse 363
Tabelle 136: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen von Wormbach-Ost 364
Tabelle 137: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Wormbach-Ost 365
Tabelle 138: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Wormbach-West im EZG der Mst_17 366
Tabelle 139: Zusammenfassung der Sanierungskosten in Schmallenberg-Wormbach 366

Tabelle 140: Nutzwerte des EZG der KA Schmallenberg-Wormbach 368
Tabelle 141: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 370
Tabelle 142: Zusammenstellung der maßgeblichen Abflusskenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006) 378
Tabelle 143: Zulaufkonzentrationen zur KA Volmetal (2001 – 2006) 379
Tabelle 144: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Volmetal im Jahr 2007 379
Tabelle 145: Messstellenkenndaten im EZG der KA Volmetal 384
Tabelle 146: Übersicht der Abflussmessungen im EZG KA Volmetal 387
Tabelle 147: Zusammenstellung der Niederschlagsmessstellen 389
Tabelle 148: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel 389
Tabelle 149: Monatliche Durchschnittstemperaturen an der Klimastation in Lüdenscheid 390
Tabelle 150: Übersicht der Wasserstandsmessungen in NWB-Anlagen 392
Tabelle 151: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 395
Tabelle 152: Übersicht der Schäden in der öffentlichen Kanalisation 424
Tabelle 153: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Volmetal 426
Tabelle 154: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen 428
Tabelle 155: Schäden und geplante Sanierungskosten im EZG Kierspe 431
Tabelle 156: Geplante Sanierungskosten im EZG Halver 431
Tabelle 157: Schäden und geplante Sanierungskosten im EZG Lüdenscheid 432
Tabelle 158: Sanierungskosten im Einzugsgebiet der KA Volmetal 433
Tabelle 159: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche 434
Tabelle 160: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 437
Tabelle 161: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse (kommunenbezogen) 438
Tabelle 162: Monatliche Niederschlagshöhen im Vergleich zum langjährigen Mittel 442
Tabelle 163: Mittlere Monatstemperaturen im Vergleich zum langjährigen Mittel 443
Tabelle 164: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 – 2006) 447
Tabelle 165: Zulaufkonzentrationen zur KA Warstein (2001 – 2006) 448
Tabelle 166: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Warstein im Jahr 2007 448
Tabelle 167: Messstellenkenndaten im EZG der KA Warstein 455
Tabelle 168: Übersicht der Abflussmessungen im EZG Warstein 457
Tabelle 169: Überblick über die Niederschlagsmessstellen 458
Tabelle 170: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel 459

Tabelle 171: Monatliche Durchschnittstemperaturen an der Klimastation auf der KA Warstein (Mst_50) 460
Tabelle 172: Übersicht der Wasserstandsmessungen in NWB-Anlagen 461
Tabelle 173: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 464
Tabelle 174: Umrechnung der Lithium-Konzentrationen auf die Abflüsse zwischen Mst_03 und Mst_04 472
Tabelle 175: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen 473
Tabelle 176: Voraussichtlicher Fremdwasserabfluss der Teileinzugsgebiete nach der Sanierung 482
Tabelle 177: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 bis 2007 für die KA Warstein 484
Tabelle 178: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen 486
Tabelle 179: Schäden und geplante Sanierungskosten im TEZG Fliegenpark und Marktplatz 488
Tabelle 180: Schäden und geplante Sanierungskosten im TEZG Enkerbruch und Rangestrang 489
Tabelle 181: Schäden und geplante Sanierungskosten im TEZG Hauptstraße/Müscheder Weg und Mühlenbruch 489
Tabelle 182: Schäden und geplante Sanierungskosten im TEZG Schoren und Gew. Kupferhammer 490
Tabelle 183: Schäden und geplante Sanierungskosten in Suttrop 491
Tabelle 184: Schäden und geplante Sanierungskosten am Brauereikanal 491
Tabelle 185: Zusammenfassung der Sanierungskosten 492
Tabelle 186: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche 493
Tabelle 187: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 496
Tabelle 188: Monatliche Niederschlagshöhen im EZG der KA Warstein-Belecke (Mst_50) im Vergleich zum langjährigen Mittel 501
Tabelle 189: Mittlere Monatstemperaturen im EZG der KA Warstein-Belecke im Vergleich zum langjährigen Mittel 502
Tabelle 190: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen im EZG der KA Warstein-Belecke als Mittelwerte (2000 – 2005) 507
Tabelle 191: Zulaufkonzentrationen zur KA Warstein-Belecke (Zeitraum 2000 – 2006) 508
Tabelle 192: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Warstein-Belecke im Jahr 2007 508
Tabelle 193: Messstellenkenndaten im EZG der KA Warstein-Belecke 516
Tabelle 194: Übersicht der Abflussmessungen im EZG der KA Warstein-Belecke 517
Tabelle 195: Überblick über die Niederschlagsmessstellen im EZG der KA Warstein-Belecke 519
Tabelle 196: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel im EZG der KA Warstein-Belecke 519

Tabelle 197: Monatliche Durchschnittstemperaturen an der Klimastation auf der KA Warstein-Belecke (Mst_50) 520
Tabelle 198: Überblick über die Grundwassermessstellen 520
Tabelle 199: Übersicht der Wasserstandsmessungen in den NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke 522
Tabelle 200: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 im EZG der KA Warstein-Belecke 525
Tabelle 201: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen im EZG der KA Warstein-Belecke 530
Tabelle 202: Voraussichtlicher Fremdwasserabfluss der Teileinzugsgebiete im EZG der KA Warstein-Belecke nach der Sanierung 544
Tabelle 203: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 bis 2007 für die KA Warstein-Belecke 548
Tabelle 204: Übersicht der reduzierbaren Fremdwassermengen im EZG der KA Warstein-Belecke 550
Tabelle 205: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Hirschberg 552
Tabelle 206: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Sammler Hirschberg 552
Tabelle 207: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Westerbachtal 553
Tabelle 208: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Rüthen-Drewer 554
Tabelle 209: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Oberes Möhnetal 554
Tabelle 210: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Unteres Möhnetal 555
Tabelle 211: Zusammenfassung der Sanierungskosten 555
Tabelle 212: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche 556
Tabelle 213: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse 559

Abkürzungen

Abkürzung	Einheit	Beschreibung
EU-WRRL	-	Wasserrahmenrichtlinie
EZG	-	Einzugsgebiet
FWZ	%	Fremdwasserzuschlag (FWZ = Q_F / Q_S)
GIS	-	Geografisches Informationssystem
GOK	m ü.NN	Geländeoberkante
HMst	-	Handmessstelle
HS	-	Hauptsammler
IEP	-	Integrale Entwässerungsplanung
KA	-	Kläranlage
MID	-	Magnetisch-induktive Durchflussmessung
Mst	-	Messstelle
NWB	-	Niederschlagswasserbehandlung
RÜ	-	Regenüberlauf
RÜB	-	Regenüberlaufbecken
SFB	-	Schmutzfrachtberechnung
SK	-	Stauraumkanal
TEZG	-	Teileinzugsgebiet

Fließgebietsnummern

Fließgebietsnummer	Einzugsgebiet der Kläranlage
272	Meinerzhagen-Valbert
222	Schmallenberg
121	Schmallenberg-Bracht
220	Schmallenberg-Holthausen
217	Schmallenberg-Nordenau
215	Schmallenberg-Westfeld
119	Schmallenberg-Wormbach
324	Volmetal
149	Warstein
151	Warstein-Belecke

1 Einleitung

Neben dem Schmutz- und Niederschlagswasser gehört das sogenannte Fremdwasser zu den Abflusskomponenten, die den Bau und Betrieb von Anlagen zur Abwasserentsorgung entscheidend beeinflussen. Beim Fremdwasser handelt es sich um nicht behandlungsbedürftiges Wasser, das auf unterschiedlichem Weg in öffentliche Kanalisationen oder private Leitungen eintritt und dort zu einer Verdünnung des Abwassers führt.

Zu den häufigsten Ursachen für Fremdwassereintritte in die Kanalisation gehören je nach Lage des Grundwasserspiegels dauerhafte oder temporäre Grundwassereintritte über Undichtigkeiten in Form von bspw. undichten Rohrverbindungen, Stutzen oder Rissen. Eine weitere häufig vorzufindende Quelle für Fremdwassereintritte sind die an die Kanalisation angeschlossenen Haus- bzw. Grundstücksdränagen, über die ebenfalls eine Ableitung von Grundwasser in die Kanalisation erfolgt. Darüber hinaus führen auch Fehlanschlüsse von Bachläufen und speziell im Trennsystem an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossene befestigte Flächen insbesondere bei bzw. nach längeren Regenereignissen zu einem erheblichen Eintrag von Fremdwasser.

Das in die Kanalisation eingedrungene Fremdwasser behindert auf vielfältige Weise einen optimierten Betrieb der Anlagen zur Abwasserableitung und -behandlung und ist daher eine grundsätzlich unerwünschte Abflusskomponente, sodass sich Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung des Fremdwasseranfalls in jedem Fall günstig auf die Abwasserbehandlungseffizienz der Ortsentwässerung auswirken. Zu den negativen Einflüssen des Fremdwassers sind insbesondere zu zählen:

(1) Es entsteht ein erhöhter Volumenbedarf für die Niederschlagswasserbehandlung in Mischsystemen in Abhängigkeit des Fremdwasserabflusses. Unter durchschnittlichen Verhältnissen kann davon ausgegangen werden, dass eine 20 %-ige Erhöhung des Fremdwasserabflusses einen Volumenmehrbedarf von etwa 16 % nach sich zieht.

(2) Infolge des höheren Abflusses in der Kanalisation ist der Aufwand für die Abwasserableitung – insbesondere bei Einsatz von Pumpanlagen und damit zusätzlichem Investitions-, Energie- und sonstigem betrieblichem Aufwand – wesentlich erhöht. Der Aufwand steigt nahezu proportional mit dem Fremdwasseranfall.

(3) In Kanalisationsnetzen mit einem erhöhten Fremdwasseranfall wird häufig eine ausgeprägte jahreszeitliche Fluktuation des Fremdwasserabflusses beobachtet, die eine Charakteristik erhöhter Abflüsse in den niederschlagsreichen Wintermonaten und vergleichsweise niedriger Fremdwasserabflüsse in den Sommermonaten aufweist. Da im

Rahmen der Schmutzfrachtberechnung üblicherweise von einem durchschnittlichen Fremdwasserabfluss im Jahresmittel ausgegangen wird, führt diese jahreszeitliche Fluktuation häufig zu einem stark unterschiedlichen Einstau- und Entlastungsverhalten im Jahresverlauf. Die Niederschlagswasserbehandlung in diesen Netzen ist geprägt durch lange Einstau- und ggf. auch Entlastungsdauern in den Wintermonaten und eine im Vergleich dazu eher geringe Auslastung des Niederschlagswasserbehandlungsvolumens in den Sommermonaten.

(4) Der erhöhte Fremdwasserabfluss führt bei der Bemessung der Abwasserbehandlungsanlage aufgrund des höheren Mischwasserzuflusses zur Kläranlage zu einem vergrößerten Volumenbedarf bei der mechanischen Abwasserbehandlung, also bei der Auslegung von Rechen, Sandfang, Vorklärung und der Nachklärung. Somit wirkt sich ein erhöhter Fremdwasserzufluss direkt auf die Investitionskosten der Abwasserbehandlungsanlage aus.

(5) Durch seine chemisch-physikalische Beschaffenheit und die Verdünnung des Schmutzwasserabflusses ergibt sich insbesondere bei der Stickstoffelimination eine natürlich vorgegebene Begrenzung der erreichbaren Eliminationsleistung. Diese ist vor allem darin begründet, dass der mikrobiologische Abbau der Stickstoffverbindungen eine kinetisch bedingte Konzentrationslimitierung aufweist. Dies bedeutet, dass die Ablaufkonzentration bezogen auf die Stickstoffparameter bei dem im kommunalen Bereich üblichen Konzentrationsniveau weitgehend unabhängig von der Zulaufkonzentration ist, sodass bei hohem Fremdwasserzufluss und entsprechend hoher Verdünnung des Zuflusses nur eine eingeschränkte Frachtelimination erfolgt. Weiterhin wird die Stickstoffelimination in Gegenwart von Fremdwasser durch die Herabsetzung der Temperatur erschwert, die sich aus der Verdünnung des in der Regel kalten Fremdwassers mit dem Schmutzwasseranteil ergibt, sowie durch den erhöhten Sauerstoffgehalt im Rohabwasser, der ebenfalls aus der Verdünnung des sauerstoffreichen Fremdwassers mit dem Schmutzwasser resultiert und auf der Kläranlage vor allem die Denitrifikation beeinträchtigt. Schließlich ist in Kanalisationsnetzen mit erhöhtem Fremdwasserabfluss auch ein ungünstiges N/BSB_5-Verhältnis zu beobachten, das ebenfalls negative Auswirkungen auf die Denitrifikation hat.

(6) Der Eintritt von Grundwasser als Fremdwasser in die Kanalisation führt zu einer örtlichen Absenkung des Grundwasserspiegels mit teilweise erheblichen Auswirkungen auf die Grundwassermengenbilanz. Allerdings ist bei der Beurteilung von Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung des Grundwassereintritts in die Kanalisation zu bedenken, dass hierdurch möglicherweise Schäden an vorhandenen Gebäuden durch Vernässung auftreten können.

Die vorstehend beschriebenen Wechselwirkungen zwischen dem Umfang des Fremdwassereintritts in die Kanalisation und den Kosten bzw. der Effizienz der Abwasserbehandlung machen deutlich, dass einer eingehenden Analyse und der Erarbeitung von möglichen Gegenmaßnahmen eine erhebliche Bedeutung zukommt und dass aufgrund der Komplexität der Fremdwasserproblematik „Patent- oder Einheitslösungen“ in der Regel nicht zielführend sind.

Mit dem Untersuchungsvorhaben soll die Fremdwassersituation in den belasteten Kläranlageneinzugsgebieten im Ruhreinzugsgebiet umfassend untersucht werden. Hierzu wurde mit dem Land Nordrhein-Westfalen (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) sowie den beteiligten Aufsichtsbehörden (Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltungen Hagen, Lippstadt und Siegen) besprochen, ein mehrjähriges Untersuchungsprogramm für 50 fremdwasserbelastete Kläranlageneinzugsgebiete im Ruhrverbandsgebiet durchzuführen.

Mit dem nun vorliegenden Schlussbericht werden die Ergebnisse der dritten Projektphase für die zehn Kläranlageneinzugsgebiete:

- Meinerzhagen-Valbert
- Schmallenberg, Schmallenberg-Bracht, Schmallenberg-Holthausen, Schmallenberg-Nordenau, Schmallenberg-Westfeld und Schmallenberg-Wormbach
- Warstein und Warstein-Belecke sowie
- Volmetal

vorgelegt.

In Bild 1 ist die Lage dieser Kläranlageneinzugsgebiete dargestellt. Zusätzlich ist illustriert, wie sich der spezifische Fremdwasseranfall im Ruhreinzugsgebiet, ausgedrückt als prozentualer Fremdwasserzuschlag FWZ = Q_F/Q_S, verteilt. Neun Einzugsgebiete weisen einen im Vergleich zu anderen Kläranlageneinzugsgebieten deutlich erhöhten Fremdwasseranfall von über 100 % auf. Lediglich das Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert zeigt im betrachteten Jahr 2005 einen nur mäßigen Fremdwasseranfall, der jedoch in regenreicheren Jahren deutlich oberhalb der 100 % liegen kann.

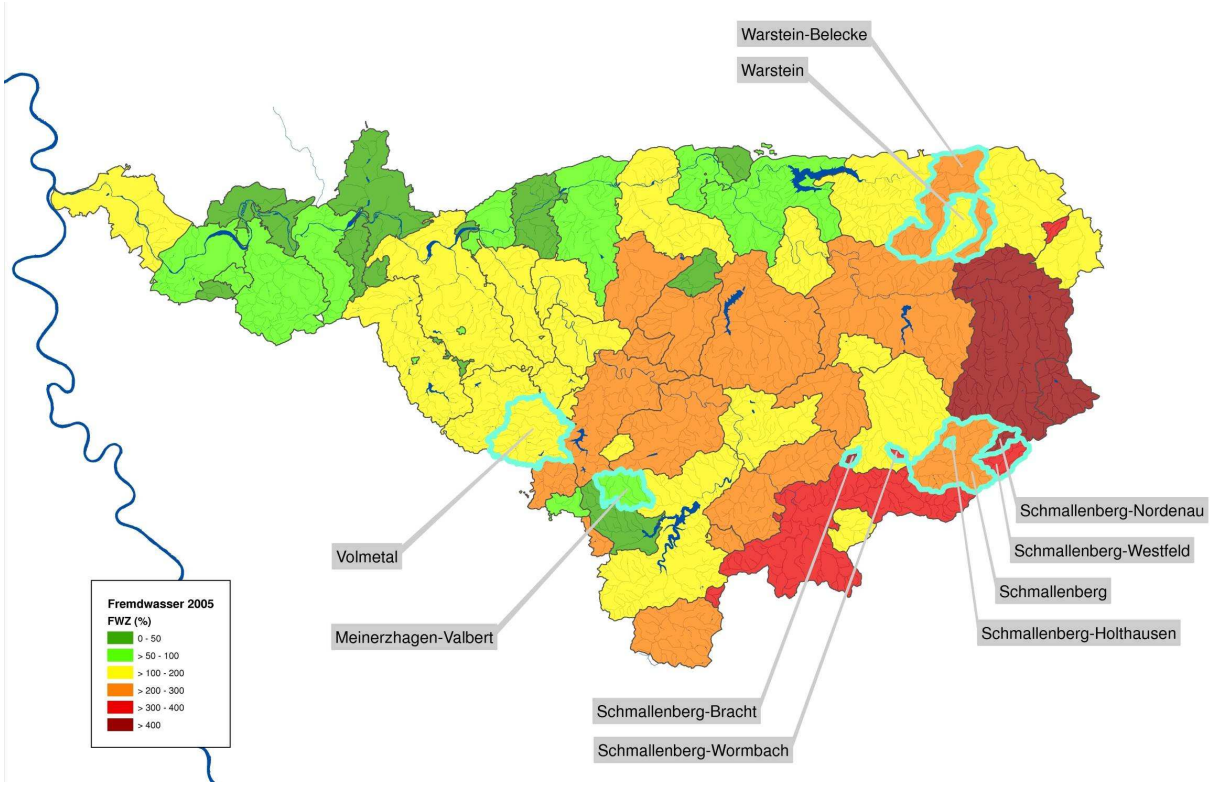


Bild 1: Übersichtslageplan der zehn zu untersuchenden Einzugsgebiete im Verbandsgebiet

Übergeordnetes Ziel des Untersuchungsvorhabens ist es, in den zehn ausgewählten Kläranlageneinzugsgebieten des Ruhrverbandes die bestehende Fremdwassersituation eingehend zu analysieren und Handlungsempfehlungen zur Vermeidung bzw. Verminderung von Fremdwasser aufzuzeigen. Hierzu werden in einer ersten Untersuchungsphase mit Hilfe eines umfangreichen Messprogramms eine Lokalisierung und Quantifizierung der Fremdwasserquellen sowie eine Analyse der fremdwasserbedingten Probleme vorgenommen. In einem zweiten Handlungsschwerpunkt erfolgt schließlich auf Basis der im Rahmen des Messprogramms erhobenen Datenlage eine konkrete Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Im Vordergrund der zu erarbeitenden Handlungsempfehlungen steht naturgemäß die konkrete Erarbeitung von Sanierungsmaßnahmen zur Verminderung des Fremdwasseranfalls. Da angesichts des zum Teil beträchtlichen Fremdwasserzuflusses eine kurz- bis mittelfristige Vermeidung jeglichen Fremdwassereintritts wirtschaftlich kaum umsetzbar scheint, werden darüber hinaus auch Handlungskonzepte zum optimierten Betrieb der Teilsysteme der Siedlungsentwässerung erarbeitet.

Diese Handlungsempfehlungen werden in der im Anschluss an das Untersuchungsvorhaben erfolgenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) für alle untersuchten Kläranlagenein-

zugsgebiete aufgegriffen und so weit konkretisiert, dass auf dieser Basis entsprechende Änderungen im Siedlungsentwässerungssystem möglich werden. Beispielhaft ist in diesem Zusammenhang eine mögliche Erhöhung des Mischwasserzuflusses zur Kläranlage genannt.

2 Beschreibung des Vorgehens

2.1 Messprogramm zur Lokalisierung von Fremdwasserquellen

Sowohl der Ruhrverband als auch die Kommunen verfügen als Anlagen- bzw. Netzbetreiber über umfangreiches Datenmaterial zur ersten Einschätzung der Fremdwassersituation in den einzelnen Einzugsgebieten. Hierzu gehören beispielsweise die Zuflussmessungen auf den Kläranlagen des Ruhrverbandes oder die optische Zustandserfassung der kommunalen Kanalisationsnetze nach SüwV Kan.

Im Rahmen einer Vorauswertung wurden diese Daten zusammengetragen und in Bezug auf die Fremdwassersituation ausgewertet. Für jedes Kläranlageneinzugsgebiet konnten auf diesem Weg charakteristische mittlere Kennzahlen über die letzten Jahre zum Fremdwasseraufkommen oder auch zu den Einstau- bzw. Entlastungsdauern der Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung (NWB-Anlagen) gewonnen werden. Aus den Daten der Kommunen zur Zustandsklassifizierung konnte das Schadenspotenzial des öffentlichen Kanalisationsnetzes analysiert und in die Planung des durchzuführenden Messprogrammes eingegliedert werden.

Darüber hinaus wurden auch alle weiteren Informationen der Kommunen über mögliche Fremdwassereinträge in die Kanalisationen gesammelt, zusammengestellt und strukturiert analysiert. Sofern in den betroffenen Einzugsgebieten bereits Untersuchungen zu Fremdwasserproblemen durchgeführt wurden, konnten diese ebenfalls in die Analyse der aktuellen Fremdwassersituation integriert werden.

Aufbauend auf der Vorauswertung, insbesondere aber auf den Informationen der Kommunen zu örtlichen Fremdwasserschwerpunkten innerhalb des jeweiligen Einzugsgebietes, wurden Teileinzugsgebiete identifiziert, die einen erhöhten Fremdwasseranfall aufweisen, und bereits Überlegungen zur konkreten Identifizierung von Fremdwasserquellen angestellt. Im Ergebnis dieses Arbeitsschrittes war es möglich, die Kanalisationsmesskampagne zur eindeutigen Quantifizierung und Identifizierung des Fremdwasseranfalls genauer zu planen und damit eine kostenoptimierte Durchführung des Messprogramms zu gewährleisten.

Da alleine durch die Auswertung der vorliegenden Informationen noch keine kleinräumige Quantifizierung des Fremdwasseranfalls und nur im Einzelfall eine Lokalisierung der Fremdwassereintritte möglich ist, war es in jedem einzelnen Einzugsgebiet notwendig, Messkampagnen durchzuführen:

- **Erfassung von Niederschlagsmenge und -intensität** mit mindestens einem Regenschreiber oder einer Klimastation im Einzugsgebiet, um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können.
- **Einrichtung von stationären Durchflussmessstellen** zur mehrmonatigen Messung des Fremdwasserabflusses innerhalb der Kanalisation. Die Anzahl der einzelnen stationären Durchflussmessstellen war im Wesentlichen von der Größe des Kanalisationsnetzes und der Anzahl der bereits in den ersten beiden Arbeitsschritten identifizierten Teileinzugsgebiete mit einem erhöhten Fremdwasseranfall abhängig. Die stationären Durchflussmessgeräte wurden mehrheitlich über den gesamten Messzeitraum von etwa 6 bis 7 Monaten an der gleichen Einsatzstelle betrieben.
- **Mobile Messungen des Fremdwasserabflusses in Handmesskampagnen** auf Basis der Ergebnisse der stationären Durchflussmessungen und der vermuteten Fremdwassereintritte in die Kanalisation. Wesentliches Ziel war es, den Fremdwasserabfluss in der Kanalisation weiter zu detaillieren, um eine eindeutige Identifizierung von einzelnen Fremdwasserquellen einschließlich ihrer quantitativen Bewertung zu erreichen.
- **Einrichtung von Wasserstandsmessstellen** an verschiedenen Sonderbauwerken innerhalb der Kanalisation, um Rückschlüsse auf die fremdwasserbedingte Auslastung der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen ziehen zu können. Hierzu zählen Regenbecken des Ruhrverbandes, die bislang noch nicht mit einer Wasserstandsmessung ausgestattet sind, aber auch Sonderbauwerke der Kommunen, wie beispielsweise Regenüberläufe.
- Um die Abhängigkeit zwischen Fremdwasseranfall und Grundwasserstand zu analysieren, war es notwendig, in einzelnen Teileinzugsgebieten **Grundwassermessstellen** einzurichten. Der Grundwasserstand wurde kontinuierlich dokumentiert und dient vor allem in einem späteren Arbeitsschritt zur Identifizierung der Einflussfaktoren auf den Fremdwasseranfall und der Abschätzung des Risikopotenziales eines möglichen Grundwasseranstieges.
- Zur kleinräumigen Lokalisierung von Fremdwasserquellen wurden zusätzlich **Vor-Ort-Untersuchungen** durchgeführt. In Trenngebieten dienten diese vor allem zur Identifikation von Regen- oder Dränagewasseranschlüssen an die Schmutzwasserkanalisation. Aber auch in mischentwässerten Einzugsgebieten sollten mit Hilfe dieser Untersuchungen Fremdwassereinträge lokalisiert werden. Als Untersuchungsmethoden kamen im Wesentlichen Signalnebelverfahren, Traceruntersuchungen oder auch Kamerabefahrungen zum Einsatz. Die Untersuchungen wurden auf die fremdwasserbelasteten Teileinzugsgebiete beschränkt und vorzugsweise in den niederschlagsreichen und damit fremd-

wasserintensiven Winter- und Frühjahrsmonaten sowie – sofern im Einzelfall notwendig – in den Nachtstunden durchgeführt.

Da die bisherigen Erfahrungen gezeigt haben, dass eine genaue Lokalisierung der Fremdwassereintritte alleine auf Basis von Messprogrammen und einer detaillierten Auswertung der Untersuchungen gemäß SüwV Kan häufig nur begrenzt möglich ist, erschien eine ergänzende Analyse der fremdwasserintensiven Kanalabschnitte mit Hilfe der beschriebenen Methodik unbedingt erforderlich. Durch die Eingrenzung der Fremdwasserschwerpunkte in den ersten o. g. Arbeitsschritten wurde der Aufwand für die Durchführung der Vor-Ort-Untersuchungen deutlich eingegrenzt.

Die RWG Ruhr-Wasserwirtschafts-Gesellschaft mbH wurde vom Ruhrverband mit der Durchführung und Betreuung der Messkampagnen in den Einzugsgebieten der Kläranlagen beauftragt. Die notwendigen Messeinrichtungen für die Kanalisationsmesskampagne und die Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurden über einen Zeitraum von 6 Monaten im ersten Halbjahr 2007 innerhalb des zu untersuchenden Kanalisationsnetzes installiert, betreut und regelmäßig ausgewertet.

Aufbauend auf eigenen Auswertungen und Kenntnissen sowie Erfahrungen der Kommunen wurde ein Messstellennetz erstellt. Die Messstellen wurden in der Örtlichkeit begutachtet, geeignete Messgeräte ausgewählt und anschließend eingerichtet.

Zur eindeutigen Kennzeichnung wurde den Messstellen jeweils eine Zeichenfolge zugeordnet. Diese Zeichenfolge setzt sich zusammen aus der ruhrverbandsspezifischen Fließgebietsnummer (s. Kapitel Abkürzungen), der Abkürzung Mst_ und einer laufenden zweistelligen Nummer. Für die Abflussmengenmessstellen waren dabei die Ziffern 01 bis 49 reserviert, Niederschlagsmessstellen erhielten die Ziffern 50 bis 59 und Grundwassermessstellen die Ziffern 60 bis 69. Wasserstandsmessungen wurden ab der Ziffer 70 durchnummeriert. Um Konflikte bei Vergleichsmessungen über die Zeitumstellung (Sommer- bzw. Winterzeit) zu vermeiden, wurde an allen Messsystemen über das ganze Jahr Winterzeit eingestellt.

2.1.1 Stationäre Durchflussmengen- und Kalibrierungsmessungen

Ziel der Messkampagnen war es, das Abflussgeschehen innerhalb der Kanalisation des jeweiligen Einzugsgebietes hinreichend genau zu erfassen. Hierfür wurden sowohl die Maximalabflüsse in Form von Abflusswellen als auch die Minimalabflüsse erfasst. Letztere sind zur Abschätzung der Fremdwassersituation und der Eingrenzung von Fremdwasserquellen von besonderem Interesse. Darüber hinaus galt es, im Zuge der Messkampagnen detaillierte

Untersuchungen für eine möglichst genaue Lokalisierung der Fremdwasserquellen durchzuführen.

Zur dauerhaften Erfassung des Durchflusses im Kanal kamen explosionsgeschützte Ultraschall-Doppler-Sensoren, Messwehre und Venturigerinne in Kombination mit Wasserstandssensoren zum Einsatz.

Bei der Ultraschall-Doppler-Messung des Durchflusses wurden batteriebetriebene Datensammler eingesetzt, die über eine im Abwasserstrom auf der Kanalsohle sitzende kombinierte Druck- und Geschwindigkeitssonde die Fließgeschwindigkeit und gleichzeitig die Fließtiefe erfassen. Bild 2 zeigt ein entsprechendes Ultraschall-Doppler-Durchflussmessgerät der Firma W.A.S. (UGSH). Die Geschwindigkeitsmesssonden arbeiten nach dem Ultraschall-Dopplerprinzip, d. h. es werden Ultraschallwellen der Frequenz 1 MHz in die Strömung ausgesendet, die bei einer Reflexion an den im Abwasser mitgeführten Partikeln wieder vom Sensor empfangen werden. Durch die Reflexion an bewegten Teilchen entsteht eine Frequenzverschiebung, die wiederum ein Maß für die Fließgeschwindigkeit ist. Für eine ausreichend genaue Messung ist bei strömendem Abfluss ein Mindestwasserstand von 4 cm erforderlich. Aus dem gemessenen Wasserstand und der manuell aufgemessenen Kanalgeometrie wird in der Auswertesoftware der durchströmte Rohrquerschnitt berechnet. Aus dem Produkt von durchströmtem Querschnitt und gemessener Fließgeschwindigkeit ergibt sich der Durchfluss. Im Fall, dass ein Kanal überstaut, wird der Gesamtquerschnitt für die Durchflussberechnung zugrunde gelegt. Die Genauigkeit dieser Geräte bei einem Einsatz vor Ort liegt unbeachtet der technischen Details bei etwa ± 5 % [43].



Bild 2: **Durchflussmengenmessgerät UGSH mit Sensor der Fa. W.A.S. (links) und Einbausituation im Kanal (rechts)**

Weiterhin kamen Geräte des Typs Sigma 911 Ex zum Einsatz, welche mit einem Ultraschall-Doppler-Fließgeschwindigkeitssensor und einem Messaufnehmer zur Wasserstandsregistrierung ausgestattet sind (s. Bild 3). Die Datenspeicherung erfolgte 2-minütlich. Um verwertbare Messdaten zu erhalten, sind Mindestwasserstände von 4 cm erforderlich. Unter optimalen Bedingungen werden Fließgeschwindigkeiten mit einer Genauigkeit von ± 2 % vom Messwert erfasst. Die Wasserstandsmessung liegt bei einer Genauigkeit von ± 0,2 %.



Bild 3: Durchflussmengenmessgerät Sigma 911 Ex (Fa. W.A.S.)

Bedingt durch die Messung im Abwasser ist eine regelmäßige Reinigung der Sensoren unerlässlich. Darüber hinaus sind die Länge des Messintervalls, die regelmäßige Auslesung des Ringspeichers, der Akkuaustausch, die wöchentliche technische Kontrolle der Geräte und Kalibrierungsmessungen (Tages- und Durchfluss-Handmessungen) entscheidend für die Qualität der Abflussmessdaten. In Tabelle 1 sind die beschriebenen Kontrollmaßnahmen zusammengestellt.

Tabelle 1: Kontrollmaßnahmen an einer Durchflussmessstelle

Maßnahme	Intervall	Tätigkeit
Reinigung	2 - 3 x pro Woche	Säubern der Messeinrichtungen, ggf. Eintragung von festgestellten Ablagerungen oder Verlegungen in das Wartungsprotokoll
Kontrolle	2 x pro Woche	Funktionsprüfung des Messgerätes durch Anschluss an den Laptop und Eintragung der Anzeigewerte in das Wartungsprotokoll
Plausibilitätsprüfung	1 x pro Woche	Manuelle Messung der Geschwindigkeit über ein Handmessgerät (Flo-Mate) und der Fließtiefe mit einem Zollstock
	1 x pro Messperiode	Kalibrierungsmessung mit einem Handmessgerät (Mobi-DiR/Flo-Tracer)
Datenerfassung	Zwischenauslesung alle vier Wochen um zwei Wochen versetzt zur 4-wöchigen Gesamtauslesung	Kontrollauslesung zur Sichtung der Ganglinien; ggf. Einleitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Aufzeichnungsqualität (Einbau einer Schwelle, Versetzen des Messkopfes, Auswahl einer neuen Messstelle)
	Gesamtauslesung alle vier Wochen	Gesamtauslesung des Loggers

Kalibrierungsmessungen

Die Kalibrierung der Durchflussmessgeräte erfolgte je nach Einsatzrandbedingungen über Tracer-Messungen oder gesonderte Durchflussmengenmessungen.

Bei einer Tracer-Messung wurde die Durchflussmenge mit Hilfe einer Konzentrationsmessung ermittelt. Tracer sind chemische Verbindungen, die auch im Verbund mit anderen Stoffen in sehr geringen Mengen detektiert werden können. Der Flo-Tracer der Fa. GWU detektiert Kochsalz (s. Bild 4). Voraussetzungen für genaue Messungen sind ein ausreichender Abstand zwischen Tracer-Injektion und Sensor zur Gewährleistung einer guten Durchmischung sowie genaue Kenntnisse über die Injektionssalzmengen. Der Durchfluss wird direkt berechnet, Kenntnisse über die Gerinnegeometrie sind nicht erforderlich.



Bild 4: Tracer-Messgerät Flo-Tracer (links) und Messaufnehmer im Fließgerinne (rechts)

Alternativ wurde bei sehr geringen Abflüssen, u. a. im EZG der KA Schmallenberg-Bracht und Schmallenberg-Holthausen, die Kalibrierung mit Hilfe eines mobilen magnetisch-induktiven Durchflussmengenmessgerätes Mobi-DiR durchgeführt (s. Bild 5). Es handelt sich bei diesem Gerät um ein transportables Gerät mit Dichtkissen und Datenlogger. Durch den Einbau der Messeinheit und Aufblasen des Dichtkissens im ankommenden Kanalrohr wird das zufließende Abwasser durch das Gerät geleitet. Durch Einhaltung der integrierten Beruhigungsstrecken und der notwendigen Vollfüllung liegt die Messungenauigkeit der Messstelle bei unter 1 %.

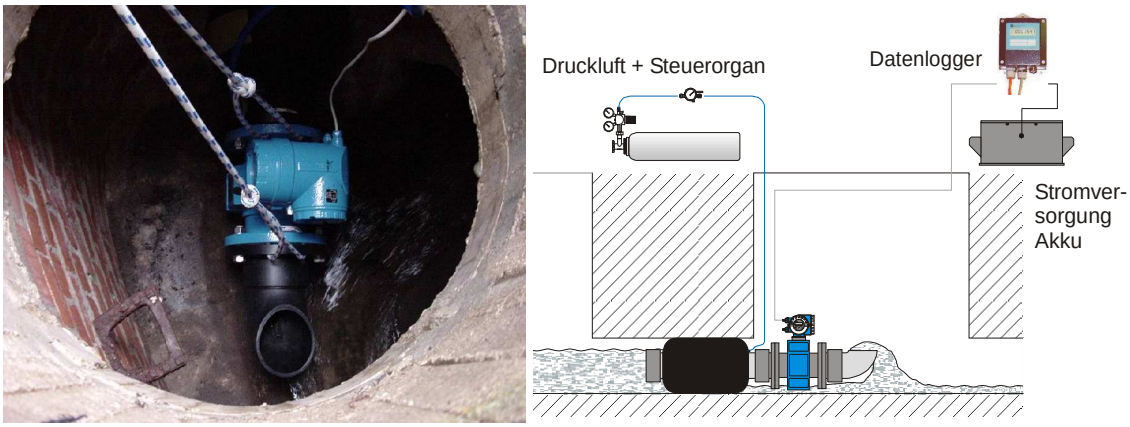


Bild 5: Einbausituation eines mobilen MID (Mobi-DiR) der Fa. Zangenberg

2.1.2 Handmessungen des Abflusses

Die Durchfluss-Handmessungen wurden in Abhängigkeit von den angetroffenen Abflussverhältnissen entweder mit einem Flo-Mate (magnetisch-induktives Strömungsmessgerät der Fa. GWU Umwelttechnik) oder einem umgebauten UGSH der Fa. W.A.S. mit Messgestänge durchgeführt (s. Bild 6). Bei der Abflussermittlung mit dem Flo-Mate wurden im offenen Ge-

rinne nach dem Geschwindigkeitsflächenverfahren bis zu fünf Messpunkte erfasst und die mittlere Fließgeschwindigkeit errechnet. Dieses Verfahren erübrigt sich bei dem UGSH. Hier wird die Geschwindigkeit direkt gemessen und angezeigt. Bei beiden Verfahren wird nach der Kontinuitätsgleichung aus der mittleren Fließgeschwindigkeit und der über einen Bezugspunkt gemessenen Fließtiefe der Abfluss errechnet.



Bild 6: Mobiles Durchflussmengenmessgerät UGSH mit Messgestänge (Fa. W.A.S.)

Für die Geschwindigkeitsvergleichsmessungen wurde zeitweise ein transportables Strömungsmessgerät des Typs 2000 Flo-Mate eingesetzt, welches unter anderem für Freilandmessungen konzipiert wurde (s. Bild 7). Das Gerät ermittelt die Fließgeschwindigkeit nach dem magnetisch-induktiven Prinzip. Es können Fließgeschwindigkeiten bis zu 2,0 m/s erfasst werden. Die Genauigkeit liegt bei 2 % des Wertes plus Nullpunktabweichung.

Im Zuge der jeweiligen Handmesskampagne wurden zur Plausibilitätsprüfung auch die Abflüsse der in den jeweiligen Teileinzugsgebieten installierten stationären Durchflussmengenmessgeräte erfasst. Bei diesen Momentanabflüssen handelt es sich um unkalibrierte Anzeigewerte, sodass in einer späteren Auswertung eine nachträgliche Kalibrierung vorgenommen wurde.

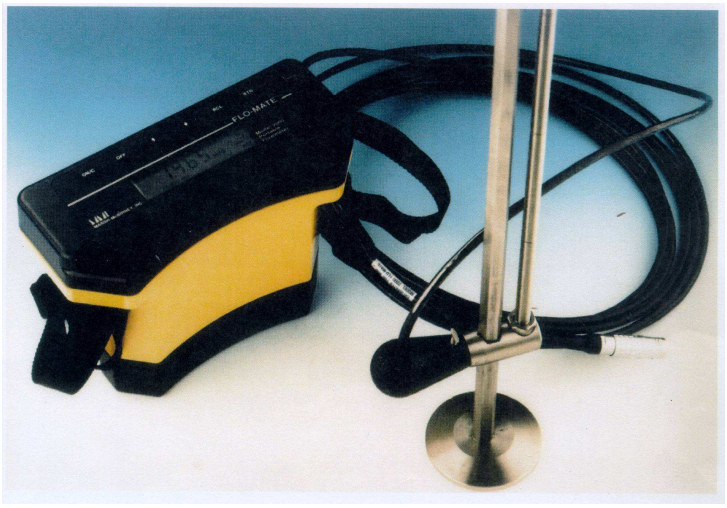


Bild 7: Mobiles Durchflussmengenmessgerät 2000 Flo-Mate (Fa. GWU)

Bei den Handmesskampagnen waren insbesondere geeignete Zeiträume für die Messungen zu berücksichtigen [18]. So zeigen bspw. mischentwässerte Einzugsgebiete ein anderes Abflussverhalten für Fremdwasser als trennentwässerte Gebiete. Durch die gezielte Festlegung des Untersuchungszeitraumes können so grundwasser- und niederschlagsbedingtes Fremdwasser getrennt erfasst werden. Tabelle 2 fasst die optimalen Zeiträume für Messkampagnen zusammen.

Tabelle 2: Optimale Zeiträume für Messkampagnen zur Untersuchung eines Fremdwasserproblems in unterschiedlichen Entwässerungssystemen [18]

Randbedingungen	optimaler Untersuchungszeitpunkt zur Erfassung des (…)	
	niederschlagsabhängigen Fremdwassers	grundwasserabhängigen Fremdwassers
Trockenwetter		Minimum bis Null im Trenn- und Mischsystem im Sommerhalbjahr (Grundwassertiefststand) Medium im Trenn- und Mischsystem im Winterhalbjahr (Grundwasserhöchststand)
bei Regenwetter im Schmutzwasserkanal des Trennsystems	TS: Sommerhalbjahr (Grundwassertiefststand)	
im Anschluss an Regenwetter nach etwa einem Tag Nachlauf		Nachlaufereignis Maximum im Trenn- und Mischsystem im Winterhalbjahr (Grundwasserhöchststand)

Gleichfalls sind die Maßnahmen zur gezielten Lokalisierung von Fremdwasser an die spezifischen Eigenschaften der Fremdwasserquellen gebunden [18]. So können bspw. nicht alle Fremdwasserquellen mit Hilfe einer optischen Kamerabefahrung erfasst werden. Insbesondere Fehlanschlüsse erfordern gezielte und aufeinander abgestimmte Untersuchungen. Tabelle 3 enthält eine Zusammenstellung der Maßnahmen.

Tabelle 3: Maßnahmen zur Ortung von Fremdwasserquellen [18]

Maßnahme	erfassbare Fremdwasserquellen	Anforderungen
TV-Inspektion von Kanälen und Leitungen ggf. mit Dichtheitsprüfung	Grundwassereintritt über Undichtigkeiten des Kanals bzw. der Leitungen	Grundwasserstand oberhalb der Schadensstelle
	Fehlanschlüsse	aktive Fehleinleitungen (z. B. Regenwetter)
	Dränagewassereinleitungen	arbeitende Dränagepumpen bzw. aktive Dränagen bei hohem Grundwasserstand
Nebeluntersuchung	Fehlanschlüsse (befestigte Flächen im TS, Außengebiete = unbefestigte Flächen im Trenn- und Mischsystem)	kein Wasserpolster im Kanal als Hindernis
	Einleitung von Wegeseitengräben und ggf. auch Dränagen	Abfluss zum Kanalnetz im freien Gefälle
Farbtests	Fehlanschlüsse	vermutete Einleitstelle muss bekannt sein, geeigneter Tracer (Uranin, Eosin etc.)
Salztracer	allgemeine Fremdwasserzutritte (Fehlanschlüsse und Undichtigkeiten)	aktive Fremdwassereinleitung, um Verdünnung messen zu können; geeigneter Tracer, bspw. Natrium- oder Lithiumchlorid; Grundbelastung aus Industrie/Gewerbe beachten
Durchflussmessung	im Vergleich zum Trockenwetterbasisabfluss erhöhter Abfluss	länger andauernder Messeinsatz
	Teilgebiete mit hohem Fremdwasseraufkommen	systematischer Einsatz der Messeinrichtung in Knotenpunkten
Auswertung alter Karten	alte Verläufe von Bächen, Quellen oder Siefen	Abgleich mit aktueller Topografie
Auswertung des Katasters	Zustand der Kanalisation	entsprechende EDV-Ausrüstung und Datenpflege
Befragung von alteingesessenen Bürgern	Einleitungen von Gewässern, Quellen oder Siefen, Dreikammergruben, alte Kanäle, Felddränagen etc.	zeitaufwendige Gespräche und Nachbereitung der Informationen
Hausbefragung	private Fehlanschlüsse, Einleitung von Dränagen, Besonderheiten auf dem Grundstück (Bachläufe, Quellen etc.)	aufwendige Kampagne mit intensiver Nachbereitung (Auswertung), Sensibilisierung der Eigentümer
Netzbegehung	Besonderheiten im Netz, z. B. Schachtdeckel mit Lüftungsöffnungen in Tiefpunkten	-
	sukzessives Zurückverfolgen des Fremdwassers zur Quelle durch Handmessung (Messlatte)	Regenwetter bei niederschlagsbedingtem Fremdwasser bzw. Trockenwetter bei grundwasserbedingtem Fremdwasser

2.1.3 Niederschlags- und Klimamessungen

Für eine umfassende Fremdwasseranalyse sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regentagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen notwendig. Mit Hilfe der relativen Luftfeuchte und der gemessenen Temperatur ist eine Berechnung des Verdunstungsgrades möglich. Zur Erfassung der beschriebenen Messwerte wurden daher Klimastationen und Regenschreiber aufgestellt. Die Aufzeichnung des Niederschlages erfolgte durch Regenschreiber RG 100-RDS bzw. aufgerüstete Klimastationen oder durch vorhandene externe Messstationen (s. Bild 8). An Klimastationen wurden Temperatur, Luftfeuchte und Niederschlag aufgezeichnet.

Das für die Niederschlagsmessung eingesetzte Messsystem des Regenschreibers arbeitet nach dem Kippwaagen-Prinzip. Die sich hierdurch ergebende Genauigkeit liegt bei gefallenen 0,1 mm Niederschlag, bei denen eine Kippung der Waagschale ausgeführt wird.



Bild 8: Klimastation (links) und Regenschreiber RG 100-RDS (rechts)

2.1.4 Grundwasserstandsmessungen

Bisherige Untersuchungen zum Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet der Ruhr haben gezeigt, dass in Abhängigkeit der hydrogeologischen Verhältnisse eine signifikante Korrelation zwischen dem Grundwasserstand und dem Fremdwasseranfall besteht. Zur Bewertung dieser Beziehung wurden im Einzugsgebiet Grundwassermessstellen abgeteuft und mit

mobilen Pegelmesssystemen ausgerüstet. Zur Vereinfachung wurden die Messwerte auf die Geländeoberkante bezogen, d. h. der Messwert entspricht dem Grundwasserstand unterhalb der Geländeoberkante.

Zur Ausrüstung der Grundwassermessstellen wurde ein mobiles Wasserstandsmesssystem mit der Bezeichnung „Insider“ eingesetzt (s. Bild 9). Hierbei handelt es sich um einen batteriebetriebenen Datensammler mit Drucksonde. Der Datensammler und die Drucksonde werden in den Grundwasserpegel eingehängt und erfassen im 5-Minuten-Takt den jeweiligen Wasserstand.

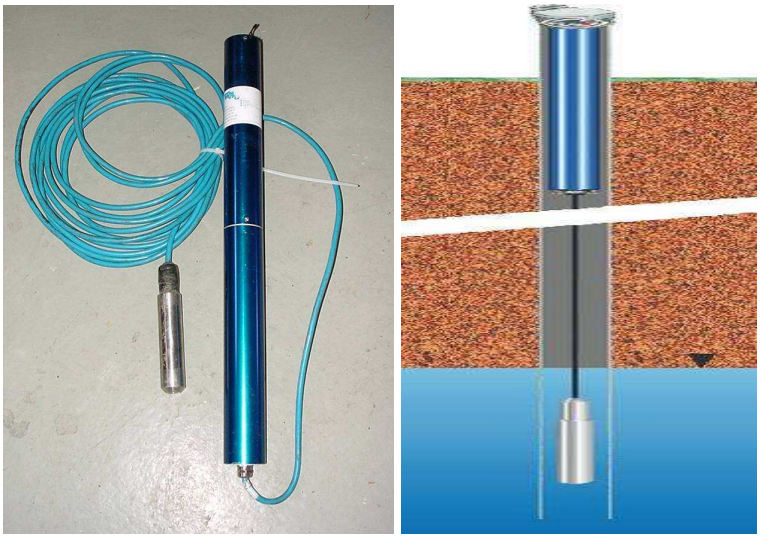


Bild 9: Grundwasserdrucksonde Insider der Fa. W.A.S. mit Einbaurandbedingungen zur Erfassung des Grundwasserstandes

2.1.5 Wasserstandsmessungen an Bauwerken

Zur Bilanzierung der Abflüsse und Erfassung der Auswirkungen von Fremdwasser war es erforderlich, die Einstau- und Entlastungstätigkeit von Niederschlagswasserbehandlungsanlagen zu erfassen. Hierfür wurden jeweils mehrere im Einzugsbereich einer Durchflussmessstelle befindliche und nicht mit einer Messeinrichtung ausgestattete Niederschlagswasserbehandlungsanlagen mit mobilen Wasserstandsmesssystemen ausgerüstet.

Zur Überwachung der Entlastungstätigkeit wurde das Wasserstandsmesssystem „Kanalagent“ eingesetzt. Hierbei handelt es sich um einen explosionsgeschützten, batteriebetriebenen Datensammler, an den zur Wasserstandsmessung eine Drucksonde mit einer Messgenauigkeit von 0,2 % des Endwertes angeschlossen ist. Die Drucksonde wird auf der Kanalsohle installiert, während der Datensammler an einem Steigeisen unmittelbar unter der

Schachtabdeckung eingehängt wird (s. Bild 10). Messwerte werden durch den Datensammler alle 2 Minuten erfasst. Abgeglichen sind die Messsysteme auf einen Messbereich von 0 – 4 m, wodurch sich eine Auflösung von ± 3 mm ergibt [43].



Bild 10: Explosionsgeschützte Drucksonde MDS4-Ex „Kanalagent“ der Fa. W.A.S. zur Erfassung des Wasserstandes in Bauwerken zur Niederschlagswasserbehandlung

Die Datenerfassung von Messeinrichtungen, wie bspw. Bauwerksfüllstände, Drosselabflüsse und Pumpenlaufzeiten, wurde mit dem Datenlogger MDS III-A bzw. MDS III-L durchgeführt. Das Gerät zeichnet die analogen oder digitalen Messwerte der einzelnen Messeinrichtungen auf und legt sie im internen Ringspeicher ab. Das Aufzeichnungsintervall wurde auf einen Wert von 2 Minuten eingestellt. Die Entlastungsmengen der Bauwerke wurden aus den jeweiligen Füllständen errechnet. Ausfallzeiten der Wasserstandsmessungen wirken sich daher direkt auf die errechneten Entlastungsmengen aus.

2.2 Auswertung und Quantifizierung des Fremdwasseranfalls und Analyse der durch Fremdwasser verursachten Probleme

2.2.1 Datenmanagement und -aufbereitung

Grundvoraussetzung für die weitere Verwendbarkeit der Messdaten ist eine entsprechend gute Messdatenqualität. Nur selten liegen aufgrund fehlender Alternativmessstellen optimale Messbedingungen vor. Kenntnisse über die Messdatenqualität innerhalb eines bestimmten Messbereiches (Maximal- bzw. Minimalabflüsse) können daher insbesondere bei unplausiblen Messergebnissen zum Ausschluss von „augenscheinlich richtigen“ Messdaten führen.

Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall (defekte Batterie, Kabelabriss) oder durch beschädigte Messsonden (Steinschlag), führen zu Datenlücken. Datenlücken mit Fehlzeiten von unter einer halben Stunde sind in der Regel auf die Datenauslesung zurückzuführen und daher nicht als Datenausfall anzusehen. Zur besseren Übersichtlichkeit und zur Vermeidung von Fehlinterpretationen bei der Analyse der Messwerte wurde daher bei der Fehlzeitenerfassung ein Grenzwert von zwei Stunden festgelegt.

Die gewonnenen Messdaten jeder Durchflussmessstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Diese wurde in vier Schritten durchgeführt:

1. Visuelle Prüfung der Messwertkurven: Im ersten Schritt wurden die aufgezeichneten Regenereignisse den gemessenen Abflüssen entsprechend zugeordnet, zeitlich gegenübergestellt (s. Bild 11) und anschließend visuell verglichen.

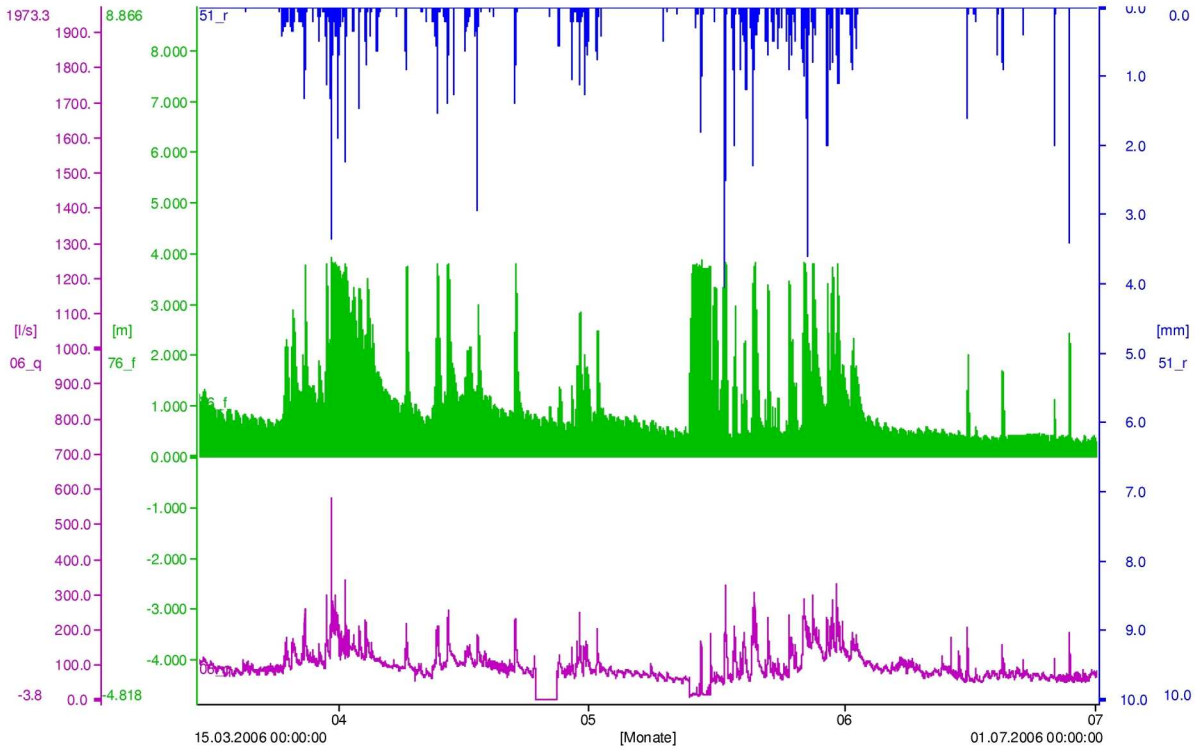


Bild 11: Gegenüberstellung von Regenaufzeichnung (blau), Wasserstandsmessung (grün) und Durchflussmengenmessung (magenta)

2. Plausibilitätsprüfung der Messdaten durch Vergleichsmessungen: Es erfolgte ein Vergleich der Messdaten mit der punktuell durchgeführten Geschwindigkeitsmessung (FloMate bzw. UGSH-Messung) und der manuell gemessenen Fließtiefe.

3. Summenkontrolle der Abwassermengen: Ein weiterer Baustein der Plausibilitätsprüfung bildete die Summenkontrolle der Abwassermengen nach Kanalnetzvereinigungen. Diese erfolgte auf Grundlage der gegebenen Fließlogik. Dazu wurden die Tagesabflusssummen an Netzknoten (Vereinigungen) bei Trockenwetter ermittelt und mit dem gemessenen Abfluss unterhalb der Vereinigung verglichen. Andernfalls wurden die Tagesabflüsse aufeinanderfolgender Messstellen miteinander verglichen. Die Ergebnisse wurden tabellarisch aufbereitet.

4. Bewertung der Aufzeichnungsqualität: Die Messwerte „berechneter Abfluss“ und „gemessene Fließtiefe“ wurden als Q/h-Funktion dargestellt und visuell die Aufzeichnungsqualität bewertet. Das nachfolgende Beispiel einer Durchflussmengenmessstelle (s. Bild 12) zeigt, dass die Messwerte entlang der Trendlinie mit guter Korrelation verlaufen. Dies ist ein Indiz für stabile Fließzustände und damit auch für eine gute Aufzeichnungsqualität.

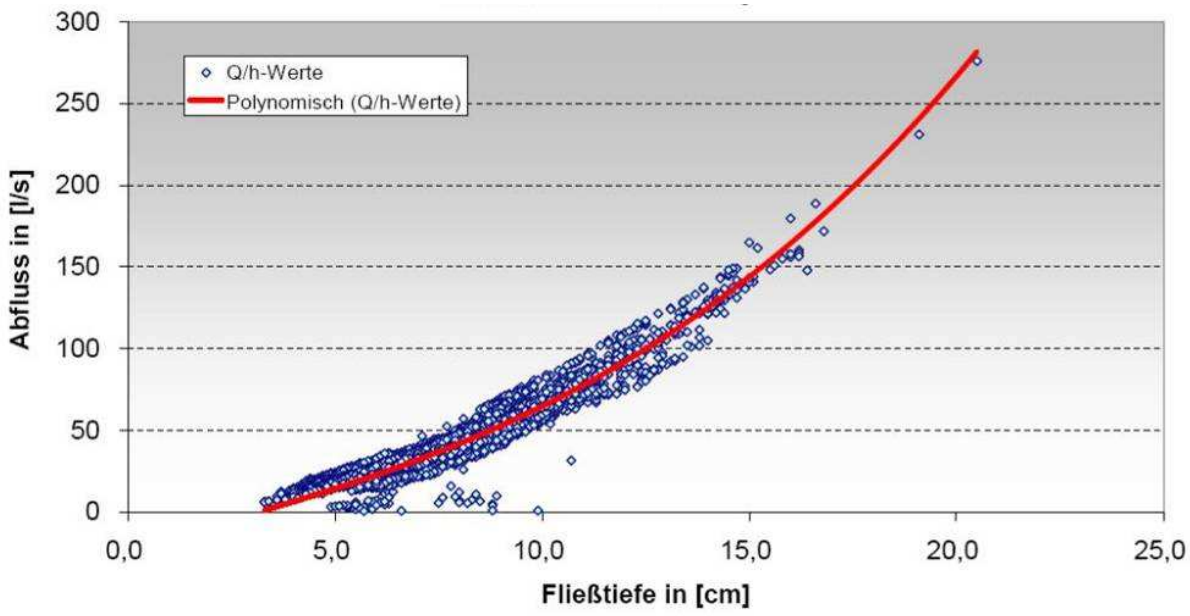


Bild 12: Plausibilitätskontrolle mit Q/h-Messwertpaaren (blau) und zugehöriger Regressionskurve (rot) an einer Durchflussmengenmessstelle [41]

Für die weitere Auswertung der Messdaten wurden die im MDS-Format gelieferten Daten über die Software FILEINSPEKTOR der Firma W.A.S. in eine Access-Datenbank überspielt. Die in den Messprotokollen festgehaltenen Ausfallzeiten der jeweiligen Messstellen wurden aus den Daten eliminiert. Über entsprechende Abfragen der Datenbank war nun in einem weiteren Schritt ein Export in die Tabellenkalkulation Excel zur weiteren Auswertung möglich.

2.2.2 Auswertemethodik

Die Aufbereitung der Messdaten stellte einen wesentlichen Bestandteil der Auswertung und Ermittlung eines charakteristischen Fremdwasserabflusses dar. Bei der Aufbereitung der Messdaten wurde nach folgendem Schema verfahren:

- Für jede stationäre Durchflussmessstelle wurden die stündlichen Messdaten des Messzeitraumes von Januar bis Juni 2007 einschließlich zugehöriger Tagesniederschlagsmengen und tagesgenauer Grundwasserstände in eine entsprechende Auswertesoftware in Excel eingespielt. Für die Niederschlagsdaten wurde es im Rahmen der Fremdwasserermittlung als ausreichend angesehen, maximal drei im Einzugsgebiet verteilte Niederschlagsmessstationen zu verwenden, um ein einheitliches Bild zu bekommen.
- Über eine charakteristische Häufigkeitsverteilung der Wasserstandshöhen in den jeweiligen Bauwerken konnte die genaue Höhenlage der Entlastungsschwelle abgelesen und auf diesem Weg die Entlastungstage, d. h. Tage mit einer Wasserstandshöhe oberhalb der Schwellenhöhe, mit den im Rahmen des Messprogrammes erfassten Wasserstandshöhen ermittelt werden.
- Für Durchflussmengenmessstellen mit einem oberhalb liegenden entlastenden Bauwerk wurden diese Entlastungstage aus der sich anschließenden Fremdwasserauswertung ausgeklammert, um verfälschende Einflüsse auszuschließen.
- Nach Eingabe entsprechender Kennwerte des der jeweiligen Messstelle zugeordneten Einzugsgebietes wurden monatliche und periodische Mittel des Fremdwasserabflusses nach den unten beschriebenen Methoden bestimmt und als absoluter Fremdwasserabfluss, Fremdwasserzuschlag sowie flächen- bzw. kanalnetzlängenbezogene Fremdwasserabflussspenden ausgegeben.

Zur Ermittlung des Fremdwasserabflusses aus den Durchflussmessungen eignen sich verschiedene arithmetische Verfahren [4, 7, 24]. Aus Voruntersuchungen des Ruhrverbandes und Erfahrungen aus den vorangegangenen beiden Projektphasen wurde deutlich, dass sich bei den vorliegenden Daten insbesondere die folgenden Verfahren eignen:

- Nachtminimum-Methode
- gleitende 21-d Abflussminimum-Methode
- Jahresschmutzwassermethode
- Methode der Abflussbilanzierung

Im Folgenden werden die einzelnen Methoden einschließlich ihrer Anwendungsbereiche und Unterschiede näher beschrieben.

Nachtminimum-Methode

Die Bestimmung des Fremdwassers kann mittels Nachtmessungen erfolgen. Stehen Aufzeichnungen des Nachtabflusses zur Verfügung, die zeitlich ausreichend hoch aufgelöst sind (Stundenmittelwerte), so kann das Fremdwasser auch aus dem Nachtminimum ermittelt werden. Hierbei wird angenommen, dass zu Zeiten des Nachtminimums (etwa 4 - 5 Uhr morgens) der Schmutzwasseranfall so gering ist, dass der Abwasserzufluss nahezu nur aus Fremdwasser besteht [7]. Nachtproduzierende Gewerbe werden durch einen Abzug an betrieblichem Schmutzwasser entsprechend berücksichtigt. In die Berechnung gehen im Mischsystem nur Trockenwettertage mit einem Tagesniederschlag < 0,3 mm/d unter Berücksichtigung eines Nachlauftages ein. In Trennsystemen werden sowohl Trockenwettertage als auch Regenwettertage angesetzt.

Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums

Die Methode des gleitenden 21-d Minimums ermittelt das Fremdwasser, indem für den Untersuchungszeitraum das tägliche Abflussminimum innerhalb von 21 Tagen (10 Tage vor und 10 Tage nach dem betreffenden Auswertetag) bestimmt wird. Es wird angenommen, dass während dieses Zeitraumes mindestens einmal Trockenwetter herrscht, sodass sich der Zufluss an diesem Tag nur aus Schmutz- und Fremdwasser zusammensetzt. Aus der so ermittelten Ganglinie des Fremdwassers kann ein mittlerer Fremdwasserabfluss berechnet werden. Mit dieser Methode ist auch eine saisonale Auswertung möglich.

Die Methode geht von der Annahme aus, dass Schwankungen beim Fremdwasserabfluss aus langsamen Veränderungen des Grundwasserstandes resultieren und schnelle Abflussänderungen nur durch den Regenabfluss von Oberflächen hervorgerufen werden; letztere werden durch die gleitende Minimumbildung herausgefiltert. Der Zeitraum von 21 Tagen soll den Zeitraum widerspiegeln, in dem ein Kanalnetz noch mit erhöhtem Fremdwasser auf vorangegangene Nässeperioden reagiert. Vergleichende Untersuchungen des rein phänomenologischen Verfahrens ergaben 21 Tage als optimalen Wert.

Jahresschmutzwassermethode

Hierbei wird das Fremdwasser aus der Differenz der Jahresschmutzwassermenge (JSWM) und des bspw. aus dem Trinkwasserverbrauch ermittelten Schmutzwasserabflusses berechnet. Zur Ermittlung der Jahresschmutzwassermenge werden in Nordrhein-Westfalen die an den amtlichen Messstellen der Kläranlagen gemessenen Tagesabflusssummen an Trocken-

wettertagen herangezogen. Der Mittelwert dieser Tagesabflusssummen wird mit der Anzahl der Jahrestage auf das jeweilige Jahr extrapoliert. Als Trockenwettertage sind die Tage definiert, an denen an den für das Einzugsgebiet der betroffenen Kläranlage repräsentativen Niederschlagsmessstationen am jeweiligen Tag selbst und am Vortag weniger als 0,3 mm/d Regen gefallen sind. Durch die Berücksichtigung eines Nachlauftages wird der nachlaufende Regenabfluss bei der Berechnung der JSWM ausgeschlossen.

Diese Methode ist einfach anzuwenden, liefert jedoch nur eine Aussage über das Fremdwasser im Jahresmittel. Aussagen über den saisonalen Verlauf des Fremdwassers sind daraus nicht abzuleiten.

Methode der Abflussbilanzierung

Die Abflussbilanzierungsmethode arbeitet rechnerisch ähnlich wie die Jahresschmutzwassermethode. Allerdings wird anstatt eines gesamten Jahres ein kürzerer festzulegender Zeitraum betrachtet. Die Abwassermengen an Trockenwettertagen werden in einem ersten Schritt aufsummiert. Diese Summe beinhaltet sowohl Schmutz- als auch Fremdwasser. Nach Abzug der entsprechenden Schmutzwassermenge ergibt sich die gesuchte Fremdwassermenge, die wiederum über die betreffenden Tage in einen Durchfluss umgerechnet werden kann.

Tabelle 4 zeigt einen Vergleich und eine Bewertung der unterschiedlichen Methoden zur Ermittlung des Fremdwasserabflusses. Die Jahresschmutzwassermethode, die Methode der Abflussbilanzierung und die Nachtminimum-Methode liefern gegenüber der gleitenden 21-d Minimum-Methode deutlich höhere Fremdwasserabflüsse (s. Bild 13).

Tabelle 4: Vergleich und Bewertung von Methoden zur Berechnung des Fremdwasseraufkommens

Methode	Vorteile	Nachteile
Nachtminimum-Methode	einfache Ermittlung saisonale Auswertung möglich	bei durch die Aktivität von Pumpen gestörter Abflussganglinie selten oder nur erschwert anwendbar insbesondere bei weitläufigen EZG führt ein einheitlicher Wetterschlüssel u. U. zu einer geringen Anzahl von Trockenwettertagen
Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums	kein Wetterschlüssel erforderlich saisonale Aussagen möglich ergibt das grundwasserbedingte Fremdwasser	ermittelt insbesondere bei Kanalnetzen mit einem geringen Nachlauf zu wenig Fremdwasser rein phänomenologisches Verfahren
Jahresschmutzwassermethode und Methode der Abflussbilanzierung	einfache Ermittlung keine Beeinflussung des Ergebnisses durch untypischen oder gestörten Verlauf der Abwasserganglinie (bspw. durch eingestaute Regenbecken-Drosselabflüsse oder Aktivität von Pumpen)	insbesondere bei weitläufigen EZG führt ein einheitlicher Wetterschlüssel u. U. zu einer geringen Anzahl von Trockenwettertagen keine Aussagen zu einem saisonalen Verlauf möglich

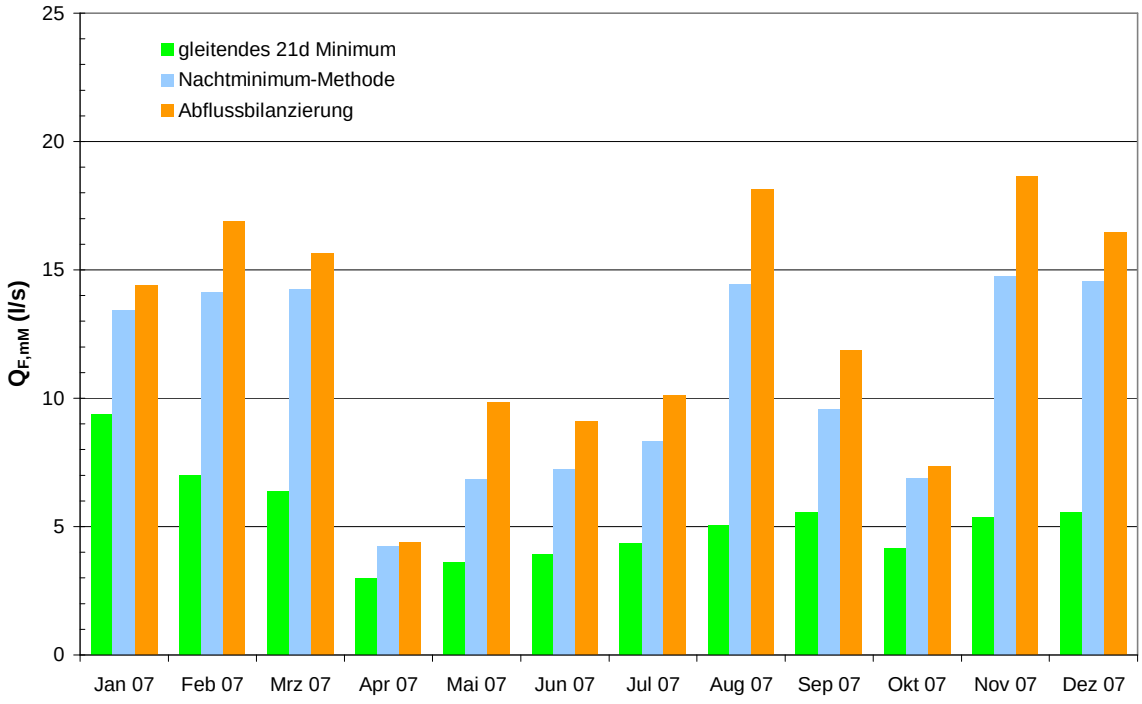


Bild 13: Vergleich der Monatsmittelwerte der unterschiedlichen Berechnungsmethoden am Beispiel der KA Schmallenberg-Westfeld für das Jahr 2007

Für jede stationäre Messstelle konnten auf diesem Weg Kennwerte angegeben werden, die eine Charakterisierung des jeweiligen Abflusses ermöglichen. Es wurde für das Nachtminimum und das gleitende 21-d Minimum jeweils das periodische Mittel mit dem zugehörigen minimalen und maximalen monatlichen Mittelwert der Messperiode als absolute Rechenwerte dargestellt.

Mit der Nachtminimum-Methode, Abflussbilanzierung oder Jahresschmutzwassermethode wird i. d. R. das gesamte Fremdwasser ermittelt, d. h. einschließlich der Nachlauftage und damit grundwasser- und niederschlagsbedingtes Fremdwasser. Die gleitende 21-d Minimum-Methode hingegen liefert gewöhnlich nur das grundwasserbedingte Fremdwasser zurück. Über ein Verhältnis beider Werte kann der Anteil des grundwasserbedingten Fremdwassers am Gesamtfremdwasser abgeschätzt werden. Bild 14 zeigt die von der Auswertesoftware ausgegebenen charakteristischen Kennwerte jeder Messstelle am Beispiel der Auswertung eines Trennsystems.

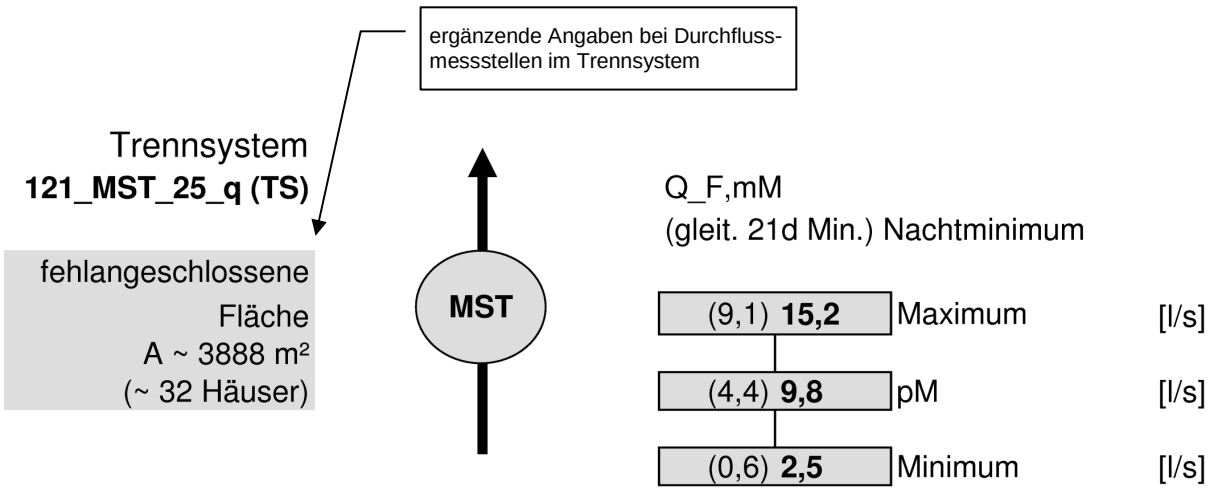


Bild 14: Schematische Auswertung des Fremdwasserabflusses an einer stationären Durchflussmengenmessstelle mit Excel

Ergänzend zum Mischsystem wird in rein trennentwässerten Einzugsgebieten zusätzlich die am Schmutzwasserkanal fehlangeschlossene abflusswirksame Fläche ermittelt und in Quadratmeter angegeben.

Die fehlangeschlossene Fläche im Trennsystem wird über eine Separation der Abflussganglinien in der Auswertesoftware ermittelt. Hierzu wird vom gesamten Abfluss an Regenwettertagen der Schmutzwassergang und der träge reagierende grundwasserbedingte Basisabfluss, ausgedrückt durch das gleitende 21-d Minimum, subtrahiert. Übrig bleibt eine Ganglinie, die sowohl das direkt abflusswirksame niederschlagsbedingte Fremdwasser aus Regen-

wasserfehlanschlüssen als auch den überwiegend kurz- bis mittelfristigen Nachlauf von Dränagen und Undichtigkeiten im Kanal- bzw. Leitungsnetz enthält. Durch eine direkte Zuordnung von Abflussspitzen und Niederschlagsspitzen gelingt die Darstellung einer linearen Abhängigkeit des zum Abfluss gelangenden Niederschlages und des niederschlagsbedingten Fremdwassers im Schmutzwasserkanal (s. Bild 15).

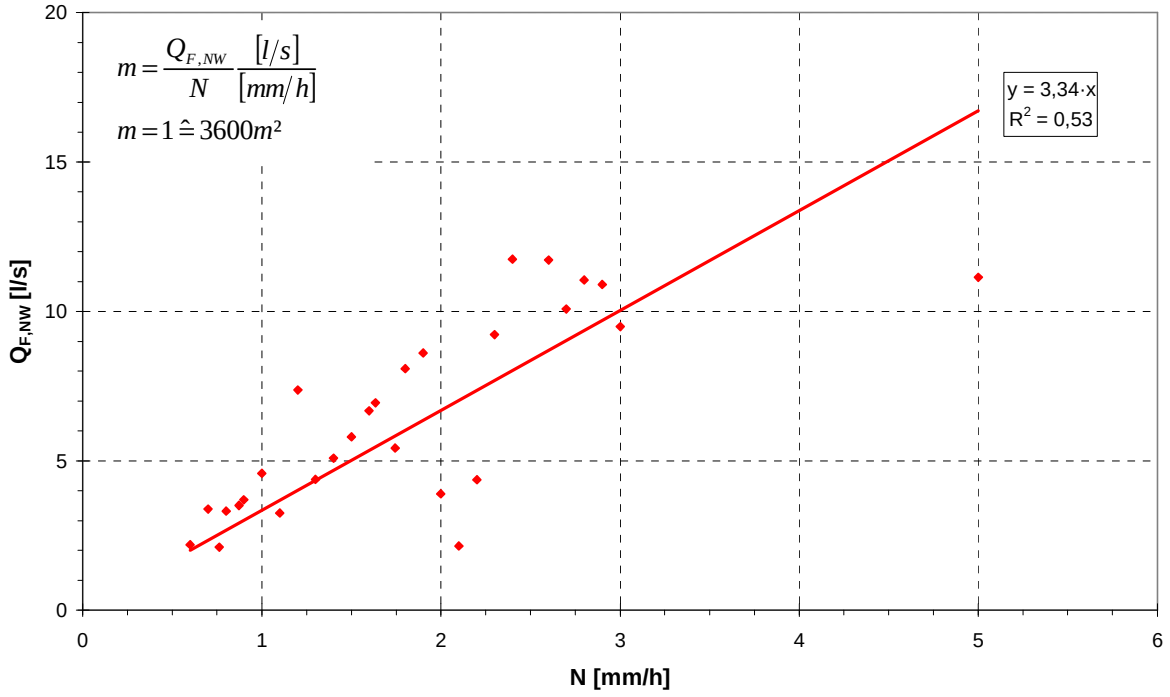


Bild 15: Ermittlung der fehlangeschlossenen Fläche in trennentwässerten Einzugsgebieten

Über die Steigung der Regressionsgeraden durch den Nullpunkt kann eine fehlangeschlossene Fläche abgeschätzt werden. Im gezeigten Beispiel liegt diese bei A_f = 3.600 · 3,34 entsprechend A_f = 12.024 m². Versucht man eine Abschätzung mit einer durchschnittlichen Dachfläche eines Einfamilienhauses mit ca. 120 m², so lassen sich fiktive 100 fehlangeschlossene Grundstücke ermitteln. Je nach Einzugsgebiet und Charakteristik kann es sich bei dieser fehlangeschlossenen Fläche um Dachflächen, Bachläufe, Schachtdeckelöffnungen oder auch Schächte mit einem Überlauf des Regenwasserkanals in den Schmutzwasserkanal handeln.

In einem nächsten Schritt waren die Ergebnisse der Handmesskampagnen an die ermittelten Fremdwasserergebnisse der stationären Messstellen anzugleichen und auf diesem Weg detaillierte Angaben zum Fremdwasser in den Einzugsgebieten zu machen. Dies war erforderlich, da Handmessstellen sowohl Fremdwasser als auch Schmutzwasser erfassen und ledig-

lich Momentaufnahmen darstellen. Darüber hinaus handelte es sich um jeweils zwei verschiedene Messgeräte, die nicht aufeinander abgestimmt waren. Nachdem die Handmessungen den jeweiligen stationären Messstellen zugeordnet waren, konnten die prozentualen Zuwächse des Abflusses von Handmessstelle zu Handmessstelle ermittelt werden, wobei sich der Zuwachs immer auf diejenige Handmessung bezog, die am Ort der stationären Messstelle gemacht wurde. Zur Ermittlung des jeweiligen Fremdwasserabflusses wurden die prozentualen Zuwächse auf den Nachtminimumabfluss an der betreffenden stationären Messstelle hinzuaddiert. Es ergaben sich damit zwischen den einzelnen stationären Messstellen Bereiche mit detaillierten Angaben zum Fremdwasseranfall.

Vor Aufstellung von Handlungskonzepten und Nutzwertanalysen wurden die ermittelten Fremdwasserabflüsse vom Messhalbjahr 2007 auf das gesamte Jahr 2007 extrapoliert. Dies ist erforderlich, da Fremdwasser einem saisonalen Verlauf unterliegt und nicht über ein ganzes Jahr gleich verteilt auftritt. Aus diesem Grund kann sich ein periodischer Mittelwert, bspw. der Monate Januar bis Juni, von dem Mittelwert eines ganzen Jahres unterscheiden. Zusätzlich zeigt jedes Einzugsgebiet seine eigene Charakteristik. Um diese Einflüsse zu erfassen, wurde ein Skalierungsfaktor aus dem Verhältnis von Fremdwasserabfluss im Halbjahr (Januar bis Juni) zu Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr (Januar bis Dezember) errechnet. Alle Werte zum Fremdwasseraufkommen (stationäre Messstellen und Handmessstellen) wurden mit diesem Faktor auf einen Ganzjahreswert 2007 skaliert. Jedes Einzugsgebiet zeigt einen eigenen Faktor, der für jedes Jahr unterschiedlich ausfallen kann.

2.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

Bei der Erarbeitung von Handlungskonzepten stand die konkrete Darstellung von Maßnahmenvorschlägen zur nachhaltigen Verminderung des Fremdwasseranfalls im Vordergrund. In den einzelnen Arbeitsschritten wurden diese Maßnahmen zunächst identifiziert, einer umfassenden Bewertung unterzogen und schließlich auf Basis dieser Bewertung eine Empfehlung zur Umsetzung konkreter Sanierungsmaßnahmen abgeleitet.

Darüber hinaus wurden bei derzeit fehlenden oder unwirtschaftlichen Optionen Handlungskonzepte zum optimierten Betrieb der siedlungswasserwirtschaftlichen Anlagen oder sonstige Maßnahmen im Einzugsgebiet (z. B. Regen- oder Grundwasserbewirtschaftung) untersucht, die geeignet sind, die unerwünschten Auswirkungen eines erhöhten Fremdwasseranfalls zumindest temporär einzuschränken.

Der identifizierte und bei der Auswertung der stationären Messstellen bzw. Handmessstellen errechnete Fremdwasserabfluss kann durch geeignete Maßnahmen, wie bspw. eine Kanalsanierung oder Abkoppelung von Dränagen, reduziert werden. Den Sanierungsmaßnahmen werden eindeutige Reduzierungspotenziale für eine entsprechende Abminderung von Fremdwasser zugeordnet.

Oftmals zeigen sich im Vorfeld jedoch Einflussfaktoren, die erkennen lassen, dass eine Reduzierung von jeglichem Fremdwasser kurz- bis mittelfristig kaum erreichbar sein wird. Hierzu zählen insbesondere folgende Faktoren:

- Unsicherheiten durch einen geringen Detaillierungsgrad der Handmesskampagnen bzw. der Kamerabefahrungen zur Lokalisierung von Fremdwassereintritten
- Fremdwassereintritte aus privaten Leitungsnetzen, die nicht mit einer herkömmlichen TV-Kamera weiter identifiziert werden können oder bspw. bei Kamerabefahrungen in den fremdwasserarmen Sommermonaten
- diffuse Einleitungen von Fremdwasser oder unter der Wasserspiegellinie im Kanal liegende Fremdwasserquellen, die nicht lokalisiert werden konnten
- Sanierungsmaßnahmen mit geringer Nutzungsdauer, wie bspw. Reparatur- oder Injektionsverfahren bei im Grundwasser liegenden Kanälen
- bestimmte Fremdwasserquellen, die nicht eindeutig saniert bzw. abgekoppelt werden können, sodass ein eindeutiges Reduktionspotenzial nicht festlegbar ist (bspw. Undichtigkeiten im Bereich des weit verzweigten privaten Leitungsnetzes oder Dränagewasserzuleitungen)

Für alle Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen zur Vermeidung, Verminderung bzw. zum optimierten Umgang mit Fremdwasser wurden in enger Abstimmung mit den beteiligten Kommunen die Sanierungskosten abgeschätzt.

Zusätzlich wurden auch diejenigen Maßnahmen, die im Ergebnis der nachfolgend beschriebenen und zuvor aufgestellten Nutzwertanalyse als besonders vorteilhaft identifiziert wurden, zu Maßnahmenvorschlägen verdichtet. Diese wurden ergänzt durch die möglichen und im Einzelfall auch erforderlichen politischen, organisatorischen und finanziellen Hilfestellungen, die zur Umsetzung der Maßnahmen erforderlich erschienen. Dies betrifft beispielsweise den Umgang mit Fremdwassereintritten aus Haus- und Grundstücksdränagen, die aufgrund ihrer speziellen Randbedingungen nicht nur eine technische, sondern auch eine politische Herausforderung darstellen.

2.4 Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen

Zur Bewertung des gewässergütewirtschaftlichen Nutzens und zur Priorisierung der jeweiligen Maßnahmenpakete in den Fremdwasserschwerpunktgebieten wurde ergänzend zur Ermittlung der einzelnen Sanierungskosten eine umfassende Nutzwertanalyse aufgestellt. Hierzu wurden Bewertungskriterien identifiziert und diese durch Feinkriterien weitergehend differenziert.

Ziel der Nutzwertanalyse war eine Abschätzung der Auswirkungen einer Fremdwasserreduzierung sowohl auf der Emissions- als auch auf der Immissionsseite. Darüber hinaus wurde im Rahmen dieser Nutzwertanalyse auch die Abwasserabgabe als nicht monetäres Bewertungskriterium betrachtet und auch eine Beurteilung der Nachhaltigkeit der jeweiligen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen vorgenommen.

Im Vorfeld wurden Teileinzugsgebiete abgegrenzt, die im Rahmen der Nutzwertanalyse bewertet werden sollen. In der Regel fanden hierbei alle Gebiete Eingang in die Nutzwertanalyse, die auch mit entsprechenden Maßnahmenpaketen belegt wurden oder sich durch spezielle Eigenschaften auszeichneten. So wurden bspw. getrennte Nutzwertanalysen für misch- und trennentwässerte Gebiete durchgeführt oder auch punktuelle Maßnahmen mit hoher Fremdwasserreduzierung gesondert bewertet.

Die Bewertungskriterien wurden mit einem anteiligen Gewicht versehen, um deren Bedeutung im Hinblick auf den Nutzwert der Fremdwasserreduzierung differenziert beurteilen zu können. In der Summe ergaben die Gewichte 100 %. Insgesamt wurden die in Tabelle 5 genannten Bewertungskriterien und Gewichtungen zur Beurteilung der Auswirkungen der Reduzierung des Fremdwasseraufkommens in den jeweiligen Teileinzugsgebieten betrachtet.

Hierbei wurden die Kriterien Abwasserabgabenrelevanz, Fremdwasserreduzierung und Kanalnetzemissionen, Kläranlagenemissionen und die Immissionssituation im Gewässer bewertet. In das Kriterium Fremdwasserreduzierung fließen die Nachhaltigkeit der umzusetzenden Maßnahmen der Fremdwasserreduzierung und die Folgen eines eventuell ansteigenden Grundwasserspiegels mit ein.

Die Bewertungskriterien wurden nochmals in Feinkriterien detailliert, die nachfolgend im Einzelnen erläutert werden. Die jeweiligen Feinkriterien erhalten ebenfalls eine eigene Gewichtung innerhalb des Bewertungskriteriums.

Die nachfolgend aufgeführten Bewertungskriterien beziehen sich nicht gleichermaßen auf Misch- bzw. Trennsysteme. Daher werden die Bewertungskriterien dem Anteil des Entwässerungssystems entsprechend gewichtet. Der Anteil des Entwässerungssystems berechnet sich über die kanalisierte Fläche im Misch- bzw. im Trennsystem. Die von dieser anteiligen Gewichtung betroffenen Kriterien sind in Tabelle 5 mit einem Stern (★) gekennzeichnet.

Tabelle 5: Zugewiesene Gewichtungen der Bewertungs- und Feinkriterien in der Nutzwertanalyse

Bewertungs-kriterium	Feinkriterium	Gewicht [%]
Abwasserabgabenrelevanz	Höhe der Abwasserabgabe (Indikator Jahresschmutzwassermenge)	30
	Zwischensumme	**30**
Fremdwasser-reduzierung	spezifische Fremdwasserabflussspende (geschlossene Ortslagen)	1
	spezifische Fremdwasserabflussspende (Sammlerstrecken)	1
	fehlangeschlossene Fläche A_f an Schmutzwasserkanäle des Trennsystems	1
	Grundwasseranstieg als Folge von fremdwasserreduzierenden Maßnahmen	3
	Nachhaltigkeit von fremdwasserreduzierenden Maßnahmen	3
	Fremdwasseranteil ($FWA = Q_F/Q_T$) im Zulauf der Kläranlage	1
	Zwischensumme	**10**
Kanalnetzemissionen (anteilig je nach Entwässerungssystem bewertet)	CSB-Emission an der Mischwassereinleitung	3 ★
	CSB-Emission an der Mischwassereinleitung bezogen auf die Gesamtemission im Einzugsgebiet	3 ★
	Verhältnis aus nach A 128 erforderlichem Beckenvolumen und dem tatsächlich vorhandenen Beckenvolumen im Mischsystem	6 ★
	Verringerung des Verhältniswertes von erforderlichem zu tatsächlichem Beckenvolumen (nach A 128) auf einen Wert unter 1 im Mischsystem	15 ★
	halbjährliche Entlastungsdauer von Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung im Mischsystem	3 ★
	Ausreichende Spülwirkung im Schmutzwasserkanal des Trennsystems	3 ★
	hydraulische Überlastungen des Schmutzwasserkanals im Trennsystem	13,5 ★
	Notentlastungen aus dem Schmutzwasserkanal des Trennsystems	13,5 ★
	Zwischensumme	**30** ★
Kläranlagenemissionen	Wirkungsgrad der CSB-Elimination auf der Kläranlage	6
	Wirkungsgrad der N_{ges}-Elimination auf der Kläranlage	10
	Wirkungsgrad der P_{ges}-Elimination auf der Kläranlage	4
	Zwischensumme	**20**
Immissionssituation	Gewässergüteklasse im Ausgangszustand	2
	Verbesserung der Gewässergüte	2
	Selbstreinigungsvermögen des Gewässers (Fließgewässertyp)	6
	Zwischensumme	**10**
Summe		**100**

Für jedes Feinkriterium war eine Bewertung zwischen 0 und 5 Punkten möglich. Eine Bewertung mit 0 stand hierbei für keine Verbesserung des jeweiligen Fein- bzw. Bewertungskriteriums bei einer Reduzierung des Fremdwassers im jeweiligen zu bewertenden Teileinzugsgebiet, 5 Punkte wurden bei vollem Nutzen vergeben. Die Bewertung wurde mit der jeweiligen Gewichtung des Feinkriteriums multipliziert, sodass sich eine Punktzahl für jedes Feinkriterium ergab. Die Summe der gewichteten Punktzahlen über alle Fein- bzw. Bewertungskriterien ergab den Nutzwert des bewerteten Fremdwasserschwerpunktgebietes. Die Bewertungsgrundlagen (Zielfunktionen) sind in den Ergebnisblättern der Bewertungen im Anhang C hinterlegt.

Die Gesamtpunktzahl wurde für einzelne Sanierungsmaßnahmen oder räumlich zusammenhängende Einzelsanierungen ermittelt und schließlich zu den Kosten der entsprechenden Sanierungsmaßnahmen ins Verhältnis gesetzt. Hierdurch sollte zum Ausdruck gebracht werden, in welchem Maße eine Fremdwasserreduzierung auch einen gewässergütewirtschaftlichen Nutzen zur Folge hat und ob durch die Bildung eines derartigen Nutzwert-Kosten-Verhältnisses eine sinnvolle Priorisierung von Einzelmaßnahmen erreicht werden kann.

Da auf Basis der durchgeführten Fremdwassermessungen nur eine eingeschränkte quantitative Beurteilung, insbesondere bei der Beurteilung der Emissions- und Immissionssituation, erfolgen kann, ist die hier vorgenommene Nutzwertermittlung nicht als abgeschlossen zu betrachten, sondern sie wird im Rahmen folgender Fremdwasserprojekte und der Integralen Entwässerungsplanung unter Nutzung der dabei kalibrierten Modellansätze erneut aufgegriffen. In einem kontinuierlichen Optimierungsprozess kann somit eine noch trennschärfere Priorisierung von Einzelmaßnahmen erreicht werden.

Abwasserabgabenrelevanz

Mit Verabschiedung des neuen Landeswassergesetzes in Nordrhein-Westfalen wird hinsichtlich einer Verdünnung des Abwassers mit nicht behandlungsbedürftigem Fremdwasser keine Festlegung getroffen. Auch eine Halbierung der Abwasserabgabe ist derzeit nicht an konkrete Größenordnungen von Fremdwasser geknüpft.

Vor diesem Hintergrund hat Fremdwasser einen direkten linearen Einfluss auf die Abwasserabgabe über die Jahresschmutzwassermenge. Die Jahresschmutzwassermenge kennzeichnet die Summe an Schmutz- und Fremdwasser, die einer Kläranlage im Laufe eines Jahres an definierten Trockenwettertagen [26] zufließt. Maßgebendes Kriterium für eine Bewertung sind die durch eine Fremdwasserreduzierung einzusparenden Kosten. Eine Verringerung der Jahresschmutzwassermenge wird gestaffelt bewertet (0 für eine Verminderung

um lediglich 0 - 5 % bis hin zu einer maximalen Bewertung von 5 bei einer Verminderung um 25 % und mehr).

Fremdwasserreduzierung

Die Bewertung der absoluten Reduzierung des Fremdwasseranfalls erfolgt anhand der nachfolgend genannten Einzelkriterien:

- spezifische Fremdwasserabflussspende in geschlossenen Ortslagen im jeweiligen TEZG
- spezifische Fremdwasserabflussspende in Sammlerstrecken im jeweiligen TEZG
- Fremdwasseranteil im Zulauf der Kläranlage
- fehlangeschlossene Fläche A_f an Schmutzwasserkanäle des Trennsystems
- Grundwasseranstieg als Folge von fremdwasserreduzierenden Maßnahmen
- Nachhaltigkeit von fremdwasserreduzierenden Maßnahmen

Durch diese differenzierte Bewertung soll unabhängig von den monetären Vorteilen, die sich aus einer Verminderung der zu zahlenden Abwasserabgabe auf der Kläranlage ergeben, auch das absolute Maß der Fremdwasserverminderung bewertet werden. Hierzu wird sowohl der Fremdwasseranteil im Zulauf der Kläranlage für das Gesamtgebiet als integrale Größe bewertet wie auch die Verminderung des Fremdwasserzuflusses bei Sanierungen in geschlossenen Ortslagen oder in Sammlerstrecken. Bei trennentwässerten Teileinzugsgebieten kommt noch der Nutzen einer Reduzierung der an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossenen abflusswirksamen Fläche A_f hinzu. Die Bewertung der absoluten Fremdwasserreduzierung in den TEZG steht stellvertretend für den zu erwartenden betrieblichen Nutzen in den Kanalnetzen und auf der Kläranlage. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um einen monetären Nutzen durch Einsparung an Pumpkosten.

Bereits mehrfach wurde über einen Grundwasseranstieg im Anschluss an eine Sanierung des öffentlichen Hauptsammlers mit der Folge von Grundstücksvernässungen und Vermögensschäden berichtet. Auch wurde beobachtet, dass das Grundwasser nach einem Anstieg über bis dahin noch nicht erkannte neue Undichtigkeiten im Bereich öffentlicher Kanäle, mehrheitlich jedoch im Bereich privater Leitungen oder über Dränagen, wieder ins Kanalnetz als Fremdwasser zum Abfluss gelangt ist [18] und so das angestrebte Maß der Fremdwasserreduzierung vermindert. In der Konsequenz können vermeidbare Folgekosten und rechtliche Streitigkeiten über die Kostenträgerschaft entstehen. Durch eine Einschätzung dieser Indikatoren und durch eine Erfassung des hydrogeologischen bzw. morphologischen Umfeldes einer Sanierungsmaßnahme können die geschilderten Potenziale eines Grund-

wasseranstieges und der angestrebten Fremdwasserreduzierung einheitlich abgeschätzt werden.

Werden im Rahmen einer Maßnahme alternative Ableitungsmöglichkeiten geschaffen, wie bspw. ein separater Kanal für abgekoppeltes Dränagewasser, oder liegen sanierte öffentliche Hauptsammler parallel in der Nähe eines Gewässers, kann davon ausgegangen werden, dass eine lokale Grundwasserneubildung nach Ausführung von fremdwasserreduzierenden Maßnahmen gering gehalten wird. Fremdwasser kann damit nicht über höher liegende Kanäle bzw. Leitungen in das System eindringen oder zu Vernässungsschäden führen. Dieser Punkt kann auch durch Erfahrungen der Kommune oder der Anwohner gestützt werden, indem das Potenzial des Grundwasseranstieges direkt abgeschätzt wird.

Die Nachhaltigkeit beschreibt das Maß einer dauerhaften Reduzierung von Fremdwasser durch geeignete technische Maßnahmen und das Ausbleiben von Folgeerscheinungen, wie bspw. ein Grundwasseranstieg. Die Nachhaltigkeit wird über die Dauerhaftigkeit der Fremdwasserreduzierung und durch ein Ausbleiben von möglichen Folgen der Sanierungsmaßnahmen definiert.

Kanalnetzemissionen

Zur Beurteilung der Auswirkungen eines reduzierten Fremdwasseranfalls auf die Mischwasseremissionen wurden verschiedene Einzelbewertungskriterien formuliert:

- CSB-Emission an der Mischwassereinleitung
- CSB-Emission an der Mischwassereinleitung bezogen auf die Gesamtemission im Einzugsgebiet
- Verhältnis aus nach A 128 erforderlichem Beckenvolumen und dem tatsächlich vorhandenen Beckenvolumen
- Verringerung des Verhältniswertes aus nach A 128 erforderlichem Beckenvolumen und dem tatsächlichen Beckenvolumen auf unter 1
- halbjährliche Entlastungsdauer von Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung im Mischsystem
- Verringerung von nicht genehmigungsfähigen Notentlastungen aus dem Schmutzwasserkanal des Trennsystems

- ausreichende Spülwirkung im Schmutzwasserkanal des Trennsystems
- hydraulische Überlastungen des Schmutzwasserkanals im Trennsystem

Durch diese Einzelbewertungskriterien soll integral beurteilt werden, in welchem Umfang die vorhandene Niederschlagswasserbehandlung in der Lage ist, nach Reduzierung der Fremdwassereinträge in den Einzeleinzugsgebieten die Anforderung des Standes der Technik zu erfüllen. Die Bewertungskriterien, bei denen eine Verhältniszahl des nach A 128 erforderlichen Beckenvolumens zu dem tatsächlichen Beckenvolumen ermittelt wird, sollen eine Bewertung im Hinblick auf das noch zu errichtende Beckenvolumen ermöglichen. Günstige Verhältnisse ergeben sich im Hinblick auf die Niederschlagswasserbehandlung nach Erfahrungen des Ruhrverbandes dann, wenn dieser Verhältniswert deutlich unter 0,8 liegt. In diesem Fall übersteigt das vorhandene Beckenvolumen das erforderliche Volumen, sodass sicher davon ausgegangen werden kann, dass zukünftig in diesem Einzugsgebiet kein zusätzliches Niederschlagswasserbehandlungsvolumen erforderlich wird.

Zur quantitativen Bewertung dieser Einzelkriterien ist allerdings anzumerken, dass auf Basis der im Rahmen der Messkampagne erhobenen Daten nur in wenigen Fällen eine sichere Abschätzung des Maßes der Emissionsverminderung möglich ist. Dies würde im Einzelfall eine modelltechnische Abbildung des Einzugsgebietes einschließlich einer Kalibrierung in Bezug auf die örtlich und zeitlich unterschiedlichen Fremdwasseranfälle bedingen. Da dies derzeit nur eingeschränkt möglich ist, wurde versucht, bei diesen Einzelbewertungskriterien überwiegend eine qualitative Einschätzung vorzunehmen.

Der Verhältniswert aus nach A 128 erforderlichem Beckenvolumen zum tatsächlichen Beckenvolumen konnte allerdings in den meisten Fällen mit ausreichender Sicherheit ermittelt werden.

Auch das Ausmaß einer Verringerung von nicht genehmigungsfähigen Notentlastungen aus dem Schmutzwasserkanal im Trennsystem konnte in den allermeisten Fällen ausreichend genau abgeschätzt werden. Notentlastungen aus dem Schmutzwasserkanal des Trennsystems sind überwiegend auf Fehlanschlüsse von befestigten Flächen zurückzuführen, die zu einem großen Anteil identifiziert und auch abgekoppelt werden können.

Unter hydraulischen Aspekten wird eine Verringerung der hydraulischen Überlastungen des Schmutzwasserkanals im Trennsystem bewertet. Im Gegenzug besteht bei einer deutlichen Reduzierung von Fremdwasser insbesondere in den Schmutzwasserkanälen eines Trenn-

systems die Gefahr einer nicht mehr ausreichenden Spülwirkung in den Kanälen mit geringerer Nennweite.

Kläranlagenemissionen

Zur Bewertung des Einflusses einer Fremdwasserreduzierung auf den Wirkungsgrad der Schmutzstoffelimination auf der Kläranlage wurden zusätzlich zu den Mischwasseremissionen auch die Ablauffrachten auf der Kläranlage in die Bewertung mit einbezogen. Die folgenden Einzelbewertungskriterien wurden hierbei beurteilt:

- Wirkungsgrad der CSB-Elimination auf der Kläranlage
- Wirkungsgrad der N_{ges}-Elimination auf der Kläranlage
- Wirkungsgrad der P_{ges}-Elimination auf der Kläranlage

Zur Ermittlung der Wirkungsgradverbesserung wurde zunächst für eine Beispielkläranlage mit einem erhöhten Fremdwasseranfall eine Musterberechnung für ein gesamtes Jahr unter der Verwendung realer Zufluss- und Schmutzfrachtganglinien entwickelt. In einem nächsten Schritt wurde dann der Fremdwasseranfall sukzessive verringert, um für den verringerten Zufluss zur Kläranlage bei gleich bleibender Schmutzfrachtbelastung die Auswirkung auf die Stoffelimination modelltechnisch nachbilden zu können.

In Bild 16 und Bild 17 sind die Frachtkurven dokumentiert, welche die Abhängigkeit der Schmutzfrachtelimination vom spezifischen Abwasser- bzw. Fremdwasseranfall anzeigen. Wie nicht anders zu erwarten war, weist die Stickstoffelimination die stärkste Abhängigkeit von dem spezifischen Abwasseranfall bei Trockenwetter auf, während bei der CSB-Elimination eine Veränderung des Schmutzwasseranfalls im Zulauf der Kläranlage nur geringfügige Veränderungen bei der Eliminationsleistung zur Folge hat. Die so ermittelten Kurven decken sich im Übrigen auch in hohem Maße mit den theoretischen Untersuchungen von [9]. Für die Eliminationsleistung beim Parameter P_{ges} kann aufgrund eines ähnlichen Wirkungsgrades auf die Kurve des Parameters CSB zurückgegriffen werden.

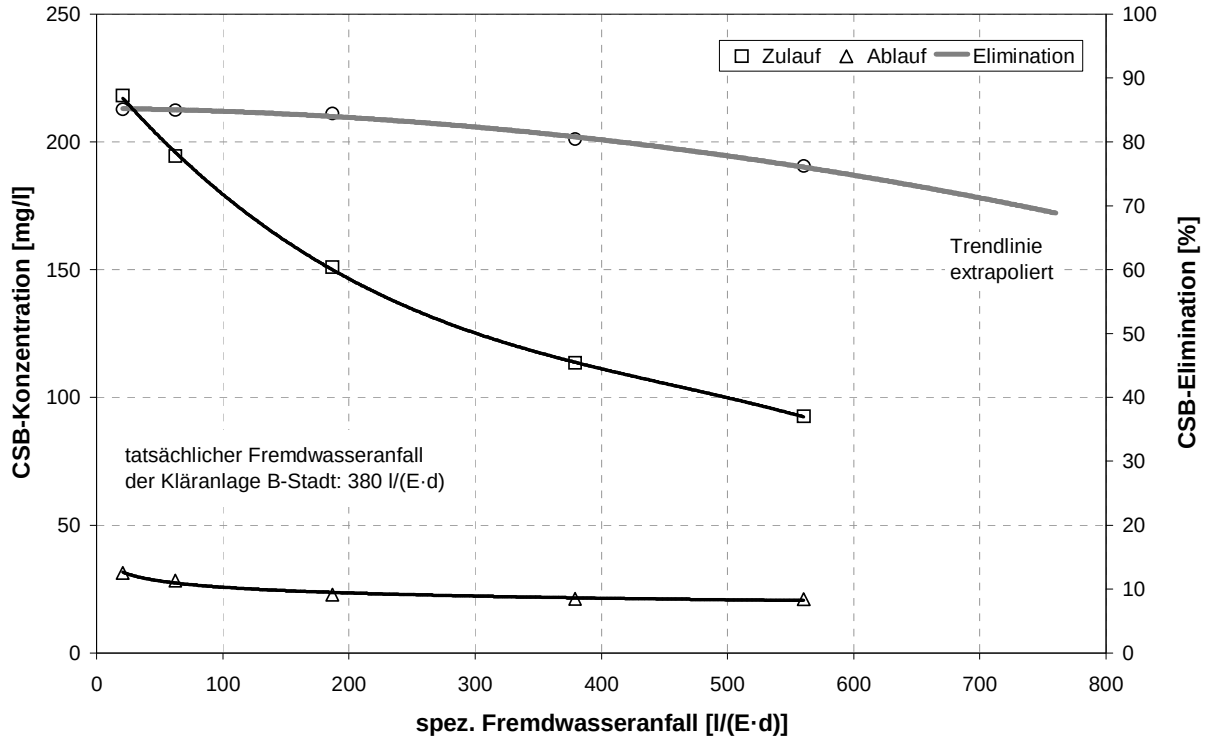


Bild 16: Wirkungsgrad einer Modellkläranlage beim Parameter CSB bei unterschiedlichem Fremdwasseranfall

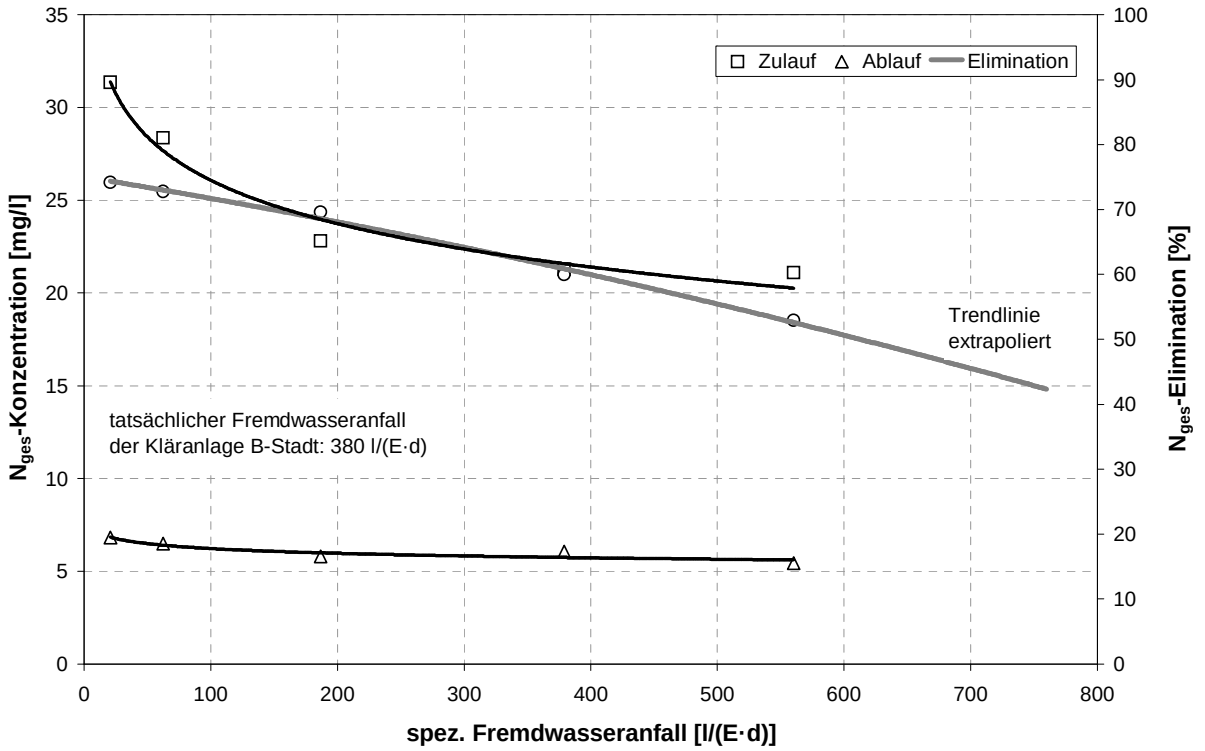


Bild 17: Wirkungsgrad einer Modellkläranlage beim Parameter N_{ges} bei unterschiedlichem Fremdwasseranfall

Zur quantitativen Bewertung der Einzelmaßnahmen zur Fremdwasserreduzierung wurde zunächst der derzeitige Abwasseranfall zur Kläranlage des betrachteten Einzugsgebietes bei Trockenwetter bestimmt und hierfür die korrespondierende Schmutzfrachtelimination den zuvor errechneten Kurvenverläufen entnommen. Im zweiten Schritt erfolgte auf Basis der erwarteten Fremdwasserreduzierung anschließend eine erneute Ermittlung der dann resultierenden Schmutzfrachtelimination. Aus der Differenz zwischen der Schmutzfrachtelimination im Jetzt- und Später-Zustand ergibt sich schließlich das Maß der Verbesserung des Wirkungsgrades bezogen auf die einzelnen Schmutzstoffparameter. Die Bewertung der Einzelkriterien kann den Bewertungsblättern im Anhang C entnommen werden.

Immissionssituation

Mit Abstand am schwierigsten gestaltete sich die Einschätzung der Verbesserung der Immissionssituation bei zurückgehendem Fremdwasseranfall, da für eine belastbare Beurteilung des Maßes einer möglichen Verbesserung nur eingeschränkt Daten zur Verfügung stehen. Daher musste für diesen Bewertungsbereich auf theoretisch ermittelte Kenngrößen bzw. auf eine qualitative Einschätzung des Maßes einer Verbesserung zurückgegriffen werden. Im Einzelnen wurden die drei folgenden Kriterien beurteilt:

- Gewässergüteklasse im Ausgangszustand
- Verbesserung der Gewässergüte
- Selbstreinigungsvermögen des Gewässers (Fließgewässertyp)

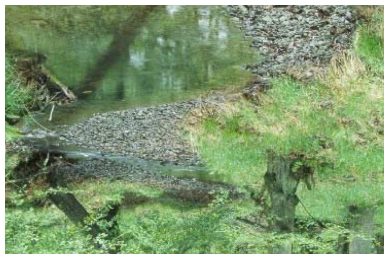
Bei der Beurteilung der Gewässergüteklasse im Ausgangszustand wurde die Annahme getroffen, dass bei einer Gewässergüteklasse von II bis III oder schlechter im Ausgangszustand ein hohes Maß an Verbesserungspotenzial durch Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung besteht. Voraussetzung einer solchen Bewertung ist die begründete Vermutung, dass die noch unzureichende Gewässergüte auf fremdwasserbedingte Einleitungen, beispielsweise aufgrund einer erhöhten Entlastungstätigkeit von Mischwasserbehandlungsanlagen, zurückgeführt und damit eine Bewertung mit 5 Punkten vorgenommen werden kann.

Dies kommt auch im Bewertungskriterium „Verbesserung der Gewässergüte“ zum Ausdruck, bei dem bei einer erwarteten Verbesserung des Gewässergütezustandes um mehr als eine halbe Klasse ebenfalls 5 Punkte vergeben werden. Lediglich dann, wenn nicht mit einer Verbesserung der Gewässergüte aufgrund der Fremdwasserreduzierung gerechnet werden kann, werden 0 Punkte angesetzt.

Eine wesentliche Bedeutung kommt dem Selbstreinigungsvermögen und damit auch der Wiederbelüftungsrate eines Gewässers zu. Je höher das Vermögen zur Selbstreinigung ist, desto größer ist auch die Unempfindlichkeit eines Gewässers gegenüber Zehr- und Nährstoffeinleitungen. Da Fremdwasser in den Kläranlageneinzugsgebieten des Ruhrverbandes einen hohen Einfluss auf die Entlastungshäufigkeit und –dauer von NWB-Anlagen hat, kommt diesem Bewertungskriterium eine hohe Bedeutung zu.

Wiederbelüftungsrate und das Selbstreinigungspotenzial können über den Indikator des Fließgewässertyps ausgedrückt werden. Die deutsche Fließgewässertypologie umfasst insgesamt 24 biozönotisch bedeutsame Fließgewässertypen: 4 für die Ökoregion der Alpen und des Alpenvorlandes, 8 für das Mittelgebirge, 8 für das Norddeutsche Tiefland sowie 4 Fließgewässertypen, die als „Ökoregion unabhängige“ Typen in verschiedenen Ökoregionen verbreitet sind. Die im Einzugsgebiet der Ruhr und damit vornehmlich im Verbandsgebiet des Ruhrverbandes vorkommenden Fließgewässertypen sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Anteil der Fließgewässertypen im Einzugsgebiet der Ruhr [29]

Öko-region	Fließ-gewässertyp	Fließgewässertyp	Bild [nach 29]
Mittel-gebirge	Bach 5	grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche turbulent und schnell fließend, charakteristischer Wechsel von flach überströmten Schnellen sowie tieferen und ruhigeren Stillen große Abflussschwankungen im Jahresverlauf, stark ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse	
	kleiner Fluss 9	silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse vorherrschend schnell und turbulent fließend, kleinräumig große Strömungsdiversität große Abflussschwankungen im Jahresverlauf, stark ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse	
	großer Fluss 9.2	große Flüsse des Mittelgebirges überwiegend schnell fließend, daneben längere langsam strömende Abschnitte große Abflussschwankungen im Jahresverlauf, stark ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse	
	Bach 7	grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche gemächlich bis schnell fließend, teils auch turbulent große Abflussschwankungen im Jahresverlauf, zeit- und abschnittsweises Trockenfallen möglich	
Tiefland	Bach 18	löss-lehmgeprägte Tieflandbäche gleichmäßiges Strömungsbild; bei Ausbildung von plattigen Hartsubstraten Wechsel von tieferen, strömungsarmen Abschnitten mit flachen, schnell überströmten Stufen geringe bis hohe Abflussschwankungen im Jahresverlauf; kleine Bäche neigen zur temporären Wasserführung (sommertrocken)	

Bewertet werden je nach Fließgewässertyp der Nutzen einer Fremdwasserreduzierung im Hinblick auf das Selbstreinigungsvermögen eines Gewässers und die Niedrigwasseranreicherung durch eine Rückführung des reduzierten Fremdwassers in das Grundwasser.

Je höher die Wiederbelüftungsrate eines Gewässers ist, d. h. je mehr Sauerstoff eingetragen wird, umso größer ist auch das Selbstreinigungsvermögen. Auf der anderen Seite besteht die Möglichkeit, dass Gewässer im Sommer und auch im Winter bei längeren niederschlagsarmen Zeitperioden vereinzelt trockenfallen können. Die Bewertungen sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Bewertung der Fließgewässertypen

Fließgewässertyp	Bewertung des Nutzens einer Fremdwasserreduzierung im Hinblick auf (5 = hoher Nutzen, 0 = kein Nutzen)	
	Selbstreinigungsvermögen	Niedrigwasseranreicherung über eine Rückführung des Fremdwassers in das Grundwasser
5	1	3
9	2	2
9.2	3	1
7	4	4
18	5	5

Im Rahmen der dieser Fremdwasseranalyse folgenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) wird eine erneute Bewertung nach Fertigstellung eines hydrologischen Modells erfolgen und damit innerhalb der IEP eine noch differenziertere Einschätzung des Emissionsverminderungs- bzw. -vermeidungspotenzials möglich sein.

Nachfolgend finden sich die detaillierten Ergebnisse der beschriebenen Vorgehensweise für die jeweiligen Einzugsgebiete.

3 Kläranlage Meinerzhagen-Valbert

3.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

3.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Die zum Märkischen Kreis gehörige Ortschaft Valbert liegt am östlichen Rand des Stadtgebietes Meinerzhagen am Fuße des Ebbegebirges in der Nähe zum Kreis Olpe (s. Bild 18). Die nächstgrößere Ortschaft ist Neulisternohl, die bereits zur Stadt Attendorn gehört.

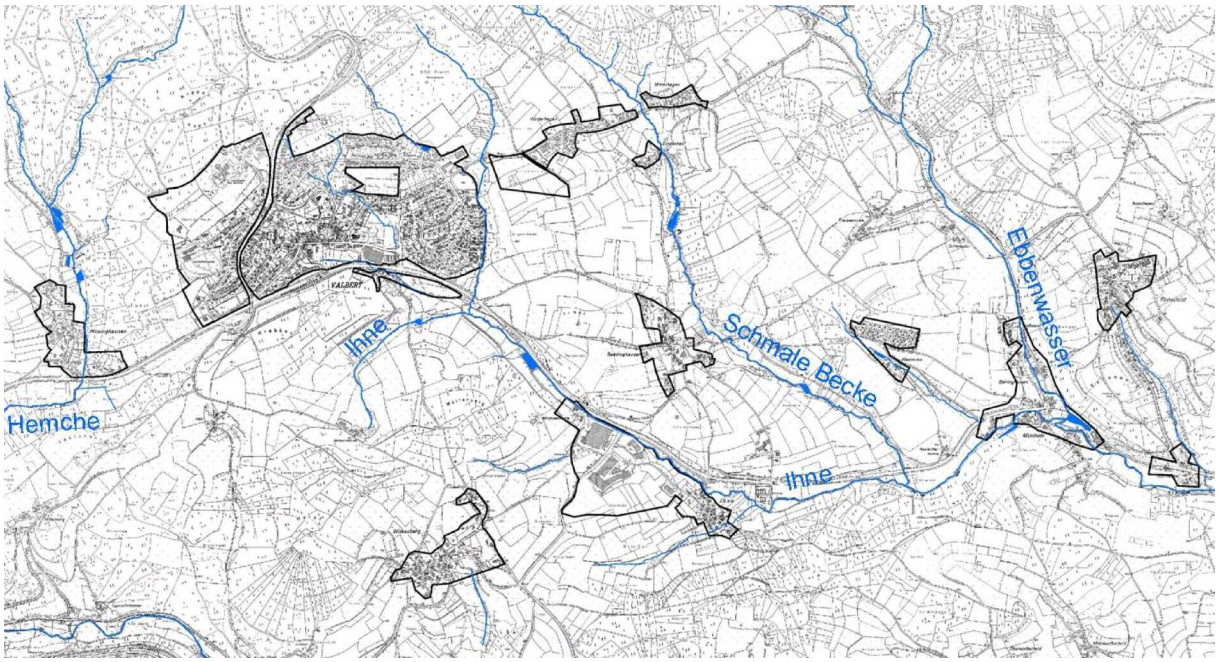


Bild 18: Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert

Das Einzugsgebiet der Kläranlage besteht aus der Ortslage Valbert, den umliegenden Siedlungen Hösinghausen und Vorderhagen und den im Direkteinzugsgebiet befindlichen Siedlungen Spädinghausen, Wilkenberg und Ihne. Des Weiteren befinden sich unterhalb der Kläranlage die Siedlungen Grotewiese, Mülhofe, Rinkscheid und Haumche, die ebenfalls an die Kläranlage angeschlossen sind. Angrenzend befinden sich die Einzugsgebiete der Kläranlagen Attendorn und Biggetal. Die kanalisierte Einzugsgebietsfläche beträgt 190 ha.

Das Ortsgebiet ist überwiegend ländlich strukturiert. Die Höhenlage im Einzugsgebiet liegt zwischen 360 und 500 m ü.NN. Das Gelände fällt von Nordwesten nach Südosten mit stetig abnehmenden Geländeneigungen ab. Unterhalb der Ortschaft Ihne, ca. 2,5 km südlich von Valbert an der L 539, befindet sich die Kläranlage.

Die Wirtschaftsstruktur der Region ist durch eine kleinere Anzahl an Handwerks- und Gewerbebetrieben geprägt, die zum Teil in dem Gewerbegebiet Wormgermühle angesiedelt sind.

3.1.2 Hydrologie und Hydrogeologie

Die mittlere Jahresniederschlagshöhe im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert von 2000 bis 2006 beträgt 1.353 mm/a [35]. Damit zählt das Untersuchungsgebiet zu einem niederschlagsreichen Gebiet in Nordrhein-Westfalen. Diese Niederschlagshöhe ist charakteristisch für den Randbereich des Sauerlandes und liegt über der mittleren Niederschlagshöhe des Landes Nordrhein-Westfalen.

Die Bodenkarte des geologischen Dienstes NRW weist als vorherrschenden Bodentyp typische Braunerde mit vereinzelt Pseudogley-Kolluvisol aus.

Entlang fast aller Gewässer (Ihne, Hemche, Ebenwasser, Schmale Becke) im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert überwiegt durchgängig Gley bzw. Pseudogley, ein durch Grundwasser geprägter Boden. Die unteren Bereiche des Bodens sind ständig wassergesättigt, während die oberen Bereiche Schwankungen im Wasserhaushalt unterliegen. Diese stark wasserhaltigen Böden sind gerade in den Wintermonaten für erhöhte Fremdwassereintritte verantwortlich.

Die Niederschlagsmenge im 1. Halbjahr liegt nach der 30-jährigen Statistik des DWD bei 734 mm. Der Untersuchungszeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007 lieferte mit 938 mm ca. 30 % mehr Niederschlag, wobei die Unterschiede in den Einzelmonaten teils erheblich waren. Tabelle 8 zeigt den Monatsvergleich zwischen dem Untersuchungszeitraum und der langjährigen Statistik des DWD.

Tabelle 8: Monatliche Niederschlagshöhen im Vergleich zum langjährigen Mittel

Monat	N [mm] 2007	N [mm] 1961 bis 1990 (DWD)
Januar	257	169
Februar	151	116
März	108	140
April	5	102
Mai	209	95
Juni	129	112
Summe	**859**	**734**

Während der April außergewöhnlich trocken war und im Vergleich zum langjährigen Mittel ca. 95 % weniger Niederschlag lieferte, waren fast alle anderen Monate überdurchschnittlich niederschlagsreich. Der Mai lieferte mit über 220 % im Vergleich zum langjährigen Mittel den höchsten Niederschlag.

Die mittleren Temperaturen fielen im Vergleich zum langjährigen Mittel eher überdurchschnittlich (s. Tabelle 9) aus. Auch die Monate Januar und Februar fielen wärmer aus, sodass der gefallene Niederschlag in der Winterperiode nicht als Schnee hervorging, sondern oberflächlich sofort zum Abfluss kam.

Tabelle 9: Mittlere Monatstemperaturen im Vergleich zum langjährigen Mittel

Monat	T [°C] 2007	T [°C] 1961 bis 1990 (DWD Station Arnsberg)
Januar	2,3	0,9
Februar	3,9	1,3
März	5,1	3,9
April	13,5	7,1
Mai	16,8	11,8
Juni	14,5	14,8

3.1.3 Siedlungsentwässerung

3.1.3.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das kanalisierte Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert weist eine Größe von insgesamt 190 ha aus. Der befestigte Anteil liegt bei 55 ha und entspricht einem mittleren Befestigungsgrad von rd. 29 %.

Die Entwässerung erfolgt zu 31 % im Misch- und 69 % im Trennverfahren. Abgesehen von der Ortslage Valbert-Mitte werden fast alle umliegenden Siedlungen im Trennsystem entwässert.

Das Kanalnetz beinhaltet zwei Mischwasserentlastungen aus Regenüberläufen. Darüber hinaus verfügt das Netz über eine Niederschlagswasserbehandlungsanlage in Form eines Regenüberlaufbeckens. Das zur Verfügung stehende Behandlungsvolumen beträgt 625 m^3 und entspricht einem spezifischen Speichervolumen V_s = 25 m^3/ha bezogen auf die befestigte Fläche im Mischsystem.

3.1.3.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der KA Meinerzhagen-Valbert für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet.

In Bild 19 sind die Ergebnisse der Trockenwetterauswertung und die Ermittlung des Fremdwasserabflusses nach der Jahresschmutzwassermethode in Abhängigkeit der mittleren Jahresniederschlagshöhen der Station Meinerzhagen-Valbert dargestellt.

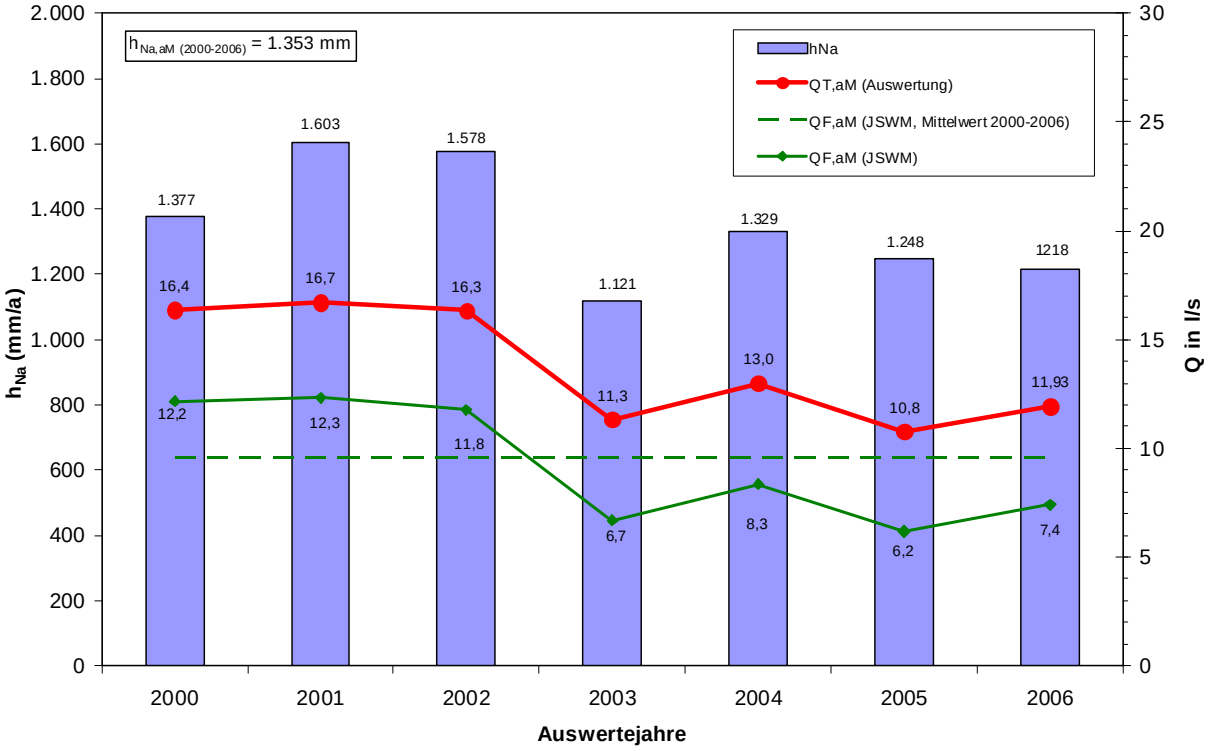


Bild 19: **Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Meinerzhagen-Valbert mit Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006**

Es ist erkennbar, dass der Gesamtabfluss in regenreichen Jahren ebenso ansteigt wie der darin enthaltene Fremdwasserabfluss. Einzig das Abflussjahr 2000 korrespondiert mit seinen relativ hohen Abflüssen nicht in gleichem Maße zum gefallenen Jahresniederschlag wie in den Vergleichsjahren 2002 und 2003. Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 11 und 16 l/s. Im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert beträgt der spezifische Trinkwasserverbrauch nach Angabe der Stadtwerke Meinerzhagen rd. 110 l/(E · d). Die Einwohnerzahl in Meinerzhagen-Valbert ist stabil und liegt bei etwa 3.400 EW. Daraus errechnet sich ein mittlerer häuslicher Schmutzwasseranfall von rd. 4,3 l/s. Der industrielle Schmutzwasserabfluss wurde aus den Veranlagungslisten des Ruhrverbandes für die einzelnen Jahre berücksichtigt. Sein Anteil ist mit 0,2 l/s vernachlässigbar gering. Die Unterschiede im Trockenwetterabfluss der einzelnen Jahre sind daher ausschließlich auf den Fremdwasseranfall zurückzuführen, der zwischen 8 l/s und 13 l/s schwankt und i. M. bei rd. 10 l/s liegt.

In Bild 20 und Bild 21 werden jahreszeitliche Variabilitäten des Fremdwasseraufkommens deutlich. Exemplarisch ist das Fremdwasseraufkommen eines nassen (2001) und eines trockenen (2003) Jahres dargestellt. Ausgangspunkt ist zunächst der Fremdwasserabfluss

als Jahresmittel nach der Jahresschmutzwassermethode (im Mittel der Jahre 2000 - 2006). Dem gegenübergestellt sind die Fremdwasserabflüsse nach der Methode des gleitenden 21-d Minimums im monatlichen und jährlichen Mittel.

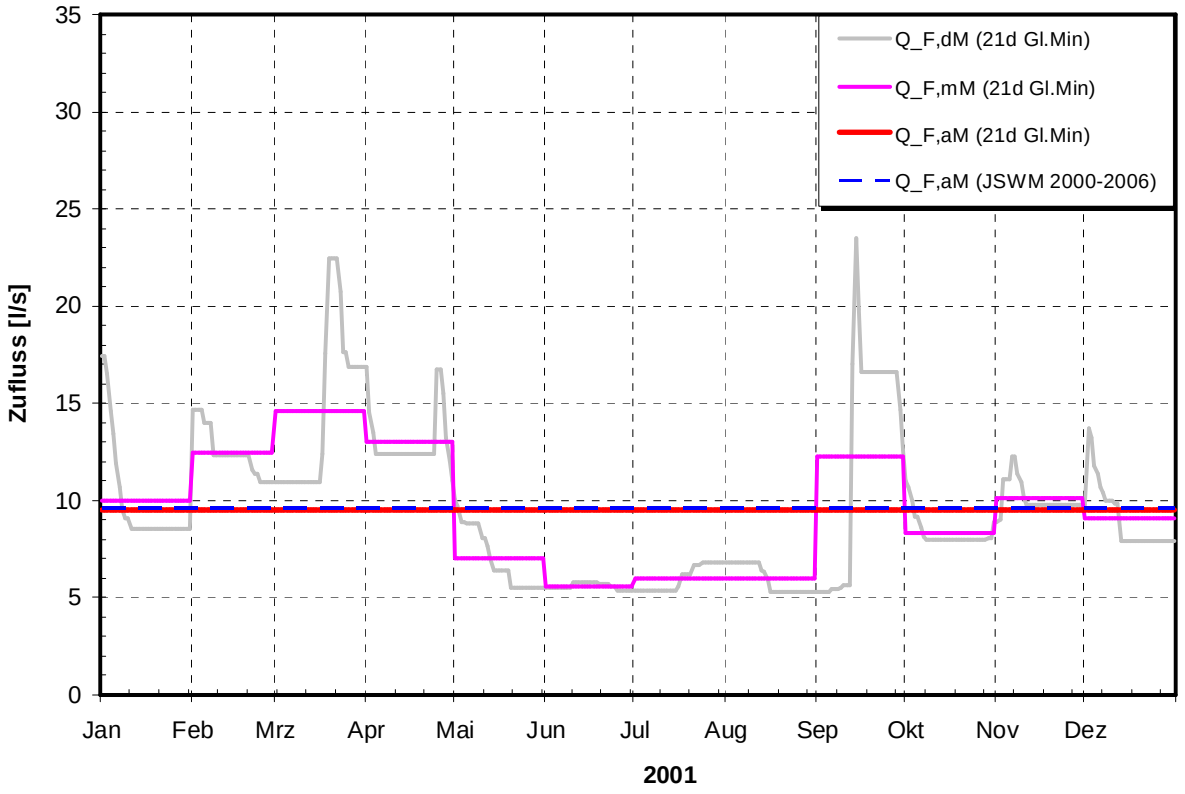


Bild 20: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Meinerzhagen-Valbert in einem nassen Jahr 2001 mit h_{Na} = 1.603 mm

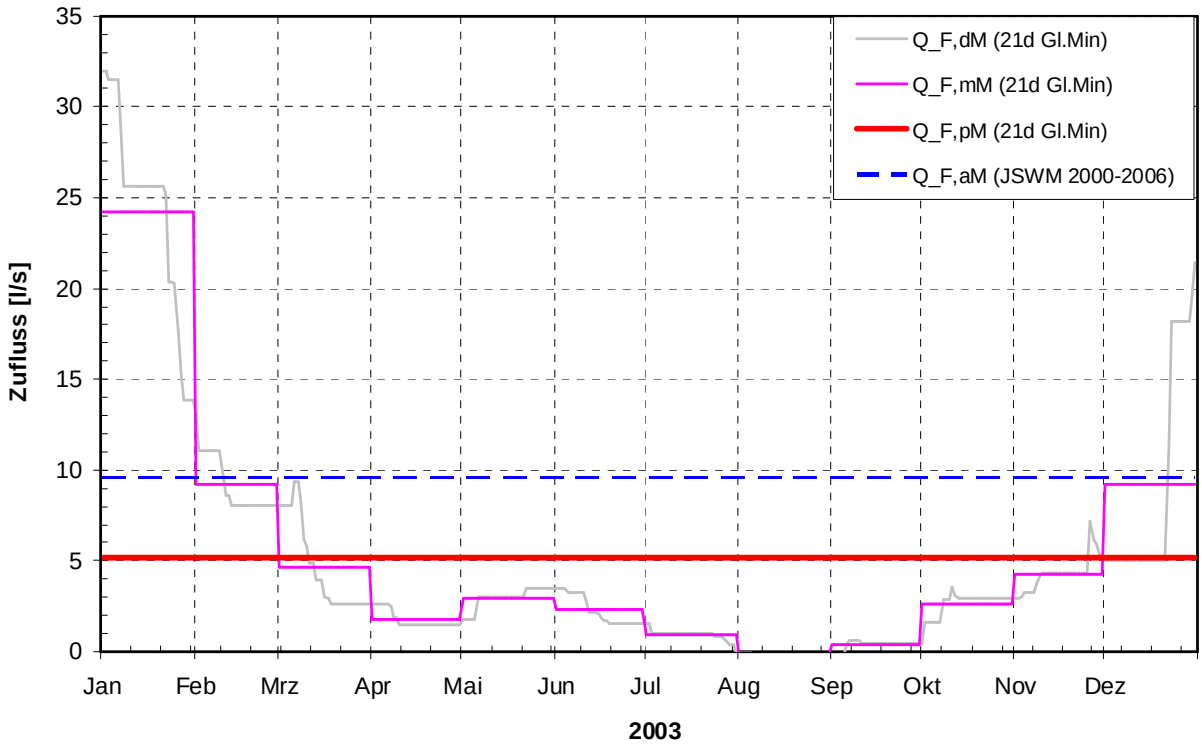


Bild 21: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Meinerzhagen-Valbert in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1.121 mm

Die Schwankungen der Monatsmittelwerte innerhalb eines Jahres sind in beiden Jahren stark ausgeprägt. Im Jahr 2001 schwanken die Abflüsse zwischen 6 l/s im Juli und 15 l/s im März, im trockenen Jahr 2003 zwischen 0 l/s im August und 24 l/s im Januar.

Die Ursache für die jahreszeitliche Variabilität ist auf die hydrologischen Randbedingungen zurückzuführen. Durch die geringere Verdunstung im Winterhalbjahr führen die Niederschläge zu einer direkten Anreicherung des Bodenwasserhaushaltes und damit zu einem Anstieg des Grundwassers. Aufgrund dessen ist die Infiltration in die Kanalisation höher als im Sommer. Erfahrungsgemäß gehen länger andauernde Regenereignisse im Winter mit einem ausgeprägten Fremdwassernachlauf einher.

Die Ergebnisse der einzelnen Auswertungen sind als Mittelwerte der Jahre 2000 bis 2006 in Tabelle 10 zusammengefasst.

Tabelle 10: Zusammenstellung der maßgeblichen Abflusskenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006)

Abflusskenngröße		Einheit	Mittelwert
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.353
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	434.598
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	13,8
Einwohner	E	E	3.415
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	110
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	4,3
Gewerblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	0,2
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	4,5
Einwohnerspez. Trockenwetterabflussspende	q_T	l/(E · d)	351
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	9,3
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Minimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	6,5
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	q_F	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,17
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	207

Die hohe einwohnerspezifische Trockenwetterabflussspende (q_T) und der zugehörige Fremdwasserzuschlag (FWZ) weisen das Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert als fremdwasserbelastet aus. Auch die Fremdwasserabflussspende q_F bezogen auf die befestigte Fläche im Einzugsgebiet liegt - allerdings nur geringfügig - über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 genannten Wert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$).

Reinigungsleistung der Kläranlage

Geringe Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage sind ein weiteres Indiz für einen erhöhten Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet. So gibt die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 [11] charakteristische Konzentrationswerte für die Parameter CSB, TKN und P an, deren Unterschreitung infolge der Verdünnung einen Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ >100 %) darstellt. Höhere Zulaufkonzentrationen beim Parameter Nitrat (NO_3-N) deuten auf einen grundwasserbedingten Abfluss von Fremdwasser hin, da Grundwasser infolge landwirtschaftlich genutzter Flächen i. d. R. eine entsprechende Nitratbelastung aufzeigt.

Exemplarisch sind in Tabelle 11 die Ergebnisse im Zulauf der KA Meinerzhagen-Valbert über die Jahre 2004 bis 2006 zusammengestellt und den Indikatoren der DWA-Arbeitsgruppe gegenübergestellt.

Tabelle 11: Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall [11]
CSB	343	494	< 400 mg/l
TKN	44	52	< 35 mg/l
P_{ges}	6,2	8,8	< 6 mg/l

Ein Vergleich der 85-Perzentile der Zulaufkonzentrationen mit den Indikatoren der DWA Arbeitsgruppe ES 1.3 zeigt, dass keine auffällige Verdünnung des zufließenden Abwassers vorliegt.

In Tabelle 12 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Meinerzhagen-Valbert (Größenklasse 2) für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 °C) und P_{ges} zusammengestellt.

Tabelle 12: Ablaufkonzentrationen und Überwachungswerte der KA Meinerzhagen-Valbert im Jahr 2007

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination [%]
CSB	89
N_{ges} (≥ 12 °C)	52
P_{ges}	87

3.1.3.3 Kanalnetz

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Das digitale Kanalkataster der Gemeinde Valbert lag zur Festlegung der Messstellen komplett vor. Das Kanalnetz ist in den letzten 10 bis 15 Jahren zum größten Teil TV-inspiziert. Eine Schadensklassifizierung liegt jedoch nicht vor.

Einstau- und Entlastungssituation des Regenbeckens

Für das RÜB Valbert liegen im Zeitraum 1998 - 2007 über 6 Jahre Aufzeichnungen über Einstaudauer und Entlastungshäufigkeiten vor.

Die Auswertung der Einstaudauern in Bild 22 zeigt, dass das Regenüberlaufbecken mit rd. 110 d/a häufig eingestaut ist. Es ist jedoch zur berücksichtigen, dass das RÜB KA als das zentrale Becken für das Gesamteinzugsgebiet bemessen wurde. Die Entlastungsdauer ist mit 65 d/a ebenfalls relativ hoch.

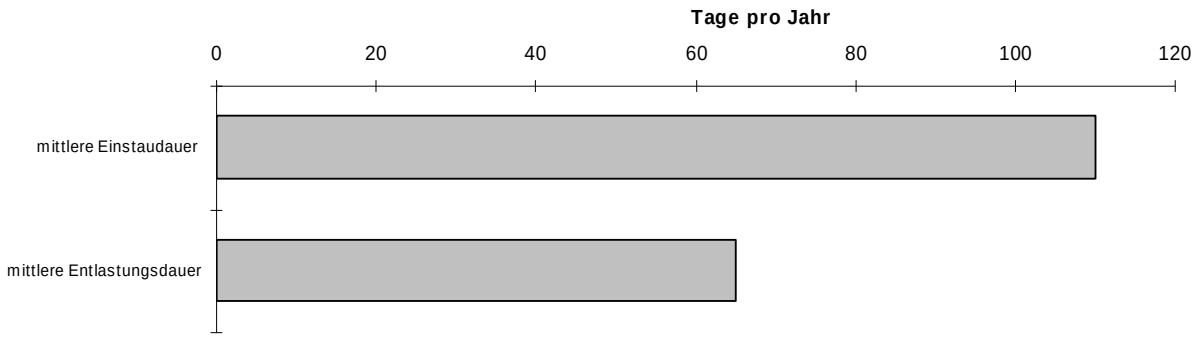


Bild 22: Einstau- und Entlastungsdauern des RÜB Valbert im Mittel über die Jahre 1998 - 2007

3.1.3.4 Immissionssituation der Gewässer

Das Hauptgewässer im Einzugsgebiet ist die Ihne. Sie entspringt im südlichen Teil der Ortschaft Valbert und mündet nach einer Fließstrecke von 11,5 km in die Bigge.

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper mit Einzugsgebieten > 10 km² [42] zurückgegriffen. Darin wurden die bestehenden Belastungen von der Bezirksregierung Arnsberg (Umweltverwaltung Hagen) analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Weiter wurden die Ergebnisse des Monitoring herangezogen.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme der EU-WRRL [14] wird für die Ihne (Wasserkörper 276 6480) das Erreichen des „guten ökologischen Zustandes“ für unwahrscheinlich gehalten, wobei aber bzgl. Gewässergüte und Gewässerstruktur die Zielerreichung als wahrscheinlich eingeschätzt wird. Für die Parameter N und P gilt die Zielerreichung als unwahrscheinlich, für die Kenngrößen Fischfauna, Cu, Zn, Übrige (Anhang VIII) und Pb sowie generell für den chemischen Zustand als unklar. Als relevante Belastungsfaktoren werden die kommunale Kläranlage, Regenwassereinleitungen, Auswaschungsprozesse, Einleitungen sowie Querbauwerke und eingeschränkte Aufwärtspassierbarkeit genannt. Bei der KA Meinerzhagen-Valbert wird auf das ungünstige Verhältnis zwischen der Einleitungswassermenge der Kläranlage und dem MNQ der Ihne hingewiesen; das Verhältnis beträgt 349 %. Belastungen durch Erosionen sowie durch den Zufluss von Nebengewässern werden als „möglicherweise relevant“ eingeschätzt.

Die Bewertung der Biologie der Ihne im Rahmen des Monitorings durch die Bezirksregierung Arnsberg – Umweltverwaltung (Stand: 20.06.2008) auf Basis der Methode „PERLODES“ zur Untersuchung und Bewertung des Makrozoobenthos [1] ergab die ökologische Zustandsklasse „mäßig“, wobei das Modul Saprobie mit „gut“ und das Modul Versauerung mit „sehr gut“ eingestuft wurde. Befunde zu weiteren biologischen Qualitätskomponenten liegen nicht vor.

3.1.4 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Schon in der Vergangenheit wurden seitens der Stadt Meinerzhagen Untersuchungen zur Lokalisierung von Fremdwasserquellen vorgenommen. Einen besonderen Schwerpunkt bildete unter anderem das trennentwässerte Siedlungsgebiet Haumche. Als Folge der hohen Fremdwasseranteile kam es bei Starkniederschlägen an der Notentlastung des Schmutzwasserpumpwerkes zeitweise zu unerlaubten Abschlägen. Hierzu wurden umfangreiche Untersuchungen im Rahmen eines weiteren Forschungsprojekts des Landes NRW durchgeführt.

Das Pilotprojekt in Haumche sah die Erstellung und Ausführung eines Sanierungskonzepts für die bestehende undichte Kanalisation der Kommune und der angeschlossenen 48 Privatgrundstücke vor. Nach Bestandsaufnahme der öffentlichen und privaten Kanalisation und Erstellung eines Sanierungskonzepts mit anschließender Ausführungsplanung und Abstimmung mit Grundstückseigentümern ist im Sommer 2007 mit der Baumaßnahme begonnen worden. Im öffentlichen Bereich erfolgten der komplette Neubau eines Schmutzwasserkanals in den Ortslagen „Ferienhausgebiet“ und „Altbebauung“, die Erneuerung der Sammelleitung zum Pumpwerk sowie die Umwidmung des vorhandenen Schmutzwasserkanals in einen Regen- bzw. Dränagewasserkanal. Im privaten Bereich wurden sämtliche Schmutzwasseranschluss- und -grundleitungen erneuert.

Ferner wurden im Vorfeld dieses Untersuchungsvorhabens eine Reihe anderer Untersuchungen in verschiedenen Ortsteilen, vor allem in den umliegenden trennentwässerten Ortschaften, durchgeführt. Es wurden vereinzelt Bereiche als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert und je nach Umfang Lösungsansätze erarbeitet bzw. Sanierungen durchgeführt. U. a. wurde im Bereich Heidehang eine Reihe von Hausanschlüssen und Schachtabdeckungen erneuert.

[1] bodenlebende wirbellose Tiere

3.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

Mit den bislang vorliegenden Informationen aus der langjährigen Vorauswertung ist noch keine kleinräumige Quantifizierung und Lokalisierung des Fremdwasseranfalls möglich. Daher wurden im 1. Halbjahr 2007 detaillierte Kanalisationsmesskampagnen durchgeführt. Das Messprogramm und die Ergebnisse werden nachfolgend beschrieben.

3.2.1 Messprogramm

Im Rahmen des Messprogrammes wurden insgesamt acht stationäre Messsysteme für die Dauer der Messkampagne und zwei mobile Messgeräte eingebaut. Zusätzlich konnte während der Messphase auf drei vorhandene stationäre Messeinrichtungen des Ruhrverbandes zurückgegriffen werden. Insgesamt ergaben sich damit für das Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert:

- 7 Durchflussmesssysteme,
- 1 Klimastation und 1 Regenschreiber,
- 1 Grundwasserpegel und
- 3 Wasserstandsmessungen,

deren Daten für die Auffindung von Fremdwasserschwerpunkten herangezogen werden konnten. Ein Übersichtsplan mit der Lage der stationären Messstellen und den Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung ist im Anhang A enthalten.

3.2.1.1 Stationäre Abfluss- und Handmessungen

Zur Abbildung des Fremdwassergeschehens im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert wurden im Zeitraum Ende Dezember 2006 bis Anfang Juli 2007 stationäre Durchflussmessstellen zur Messung des Abflussgeschehens innerhalb der Kanalisation eingerichtet. Die Anordnung bzw. Lage der Durchflussmessstellen richtete sich dabei im Wesentlichen nach der Maßgabe, den Abfluss geschlossener Siedlungsgebiete zu erfassen.

Eine weitere Eingrenzung der Fremdwasserquellen erfolgte in den auf Basis der stationären Messstellen als fremdwasserverdächtig identifizierten Teileinzugsgebieten mittels separater Handmesskampagnen. Bei den Handmesskampagnen wurden temporäre Abflussmessungen entlang des Fließweges in einem vorab definierten Teileinzugsgebiet durchgeführt, um den Abflusszuwachs zu ermitteln und damit auf eventuelle Fremdwasserquellen rückschließen zu können. In Tabelle 13 und Tabelle 14 sind die Kenndaten der stationären Durchfluss-

messstellen zusammengefasst, Bild 23 zeigt die schematische Lage der stationären Durchflussmessstellen. Der häusliche Schmutzwasserabfluss wurde hierbei über den charakteristischen spezifischen Trinkwasserverbrauch der Stadt Meinerzhagen in Höhe von 110 l/(E · d) berechnet. Die Einwohnerzahlen, gewerblichen Schmutzwasserabflüsse und zugehörigen befestigten Flächen wurden als Ist-Zustand aus der Schmutzfrachtberechnung [35] entnommen.

Die Messstellen erfassen Abflüsse aus Misch- und Trennsystemen. Gewerbliche Nachtabflüsse wurden in den Teileinzugsgebieten nicht beobachtet und wurden daher insbesondere auch bei der Auswertung mittels Nachtminimum-Methode nicht angesetzt.

Tabelle 13: Abflusskenndaten der stationären Durchflussmengenmessstellen

Mst.-Nr.	Messstellen-bezeichnung	System	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
			gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_01	Rinkscheid/Grotewiese	TS	0,33	0,33	0,0	0,0	0,33	0,33
Mst_02	Mülhofe	TS	0,15	0,15	0,0	0,0	0,15	0,15
Mst_03	Haumche	TS	0,09	0,09	0,0	0,0	0,09	0,09
Mst_04	Spädinghausen	TS	0,34	0,34	0,0	0,0	0,34	0,34
Mst_05	Wilkenberg	TS	0,27	0,27	0,0	0,0	0,27	0,27
Mst_276	PW Hösinghausen	TS	0,25	0,25	0,0	0,0	0,25	0,25
Mst_06 Mst_10	Hauptsammler	MS	3,16	0,13	0,3	0,3	3,46	0,43
Mst_07	Abfluss RÜ Haaner Str. (Valbert-Ost)	MS	1,15	1,15	0,0	0,0	1,15	1,15
Mst_08	Abfluss RÜ Piepenströtken (Valbert-Mitte)	MS	1,60	0,41	0,0	0,0	1,60	0,41
Mst_09	Ihnestraße (Valbert-West)	MS	1,20	0,95	0,0	0,0	1,20	0,95
Mst_20	Zufluss Kläranlage	MS	4,07	0,0	0,3	0,0	4,37	0,0

Tabelle 14: Kenndaten (Einwohner und befestigte Flächen) der stationären Durchflussmengenmessstellen

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	System	Einwohner		$A_{E,b}$ [ha]	
			gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_01	Rinkscheid/Grotewiese	TS	260	260	2,6	2,6
Mst_02	Mülhofe	TS	115	115	4,1	4,1
Mst_03	Haumche	TS	70	70	1,0	1,0
Mst_04	Spädinghausen	TS	270	270	4,6	4,6
Mst_05	Wilkenberg	TS	215	215	3,4	3,4
Mst_276	PW Hösinghausen	TS	195	195	2,7	2,7
Mst_06 Mst_10	Gesamtabfluss Valbert Hauptsammler	MS	2.675	100	39,4	3,4
Mst_07	Abfluss RÜ Haaner Str. (Valbert-Ost)	MS	900	900	11,7	11,7
Mst_08	Abfluss RÜ Piepenströtken (Valbert-Mitte)	MS	1.460	325	20,9	2,6
Mst_09	Ihnestraße (Valbert-West)	MS	1.135	940	18,3	15,6
Mst_20	Zufluss Kläranlage	MS	3.390	0	55,1	3,4

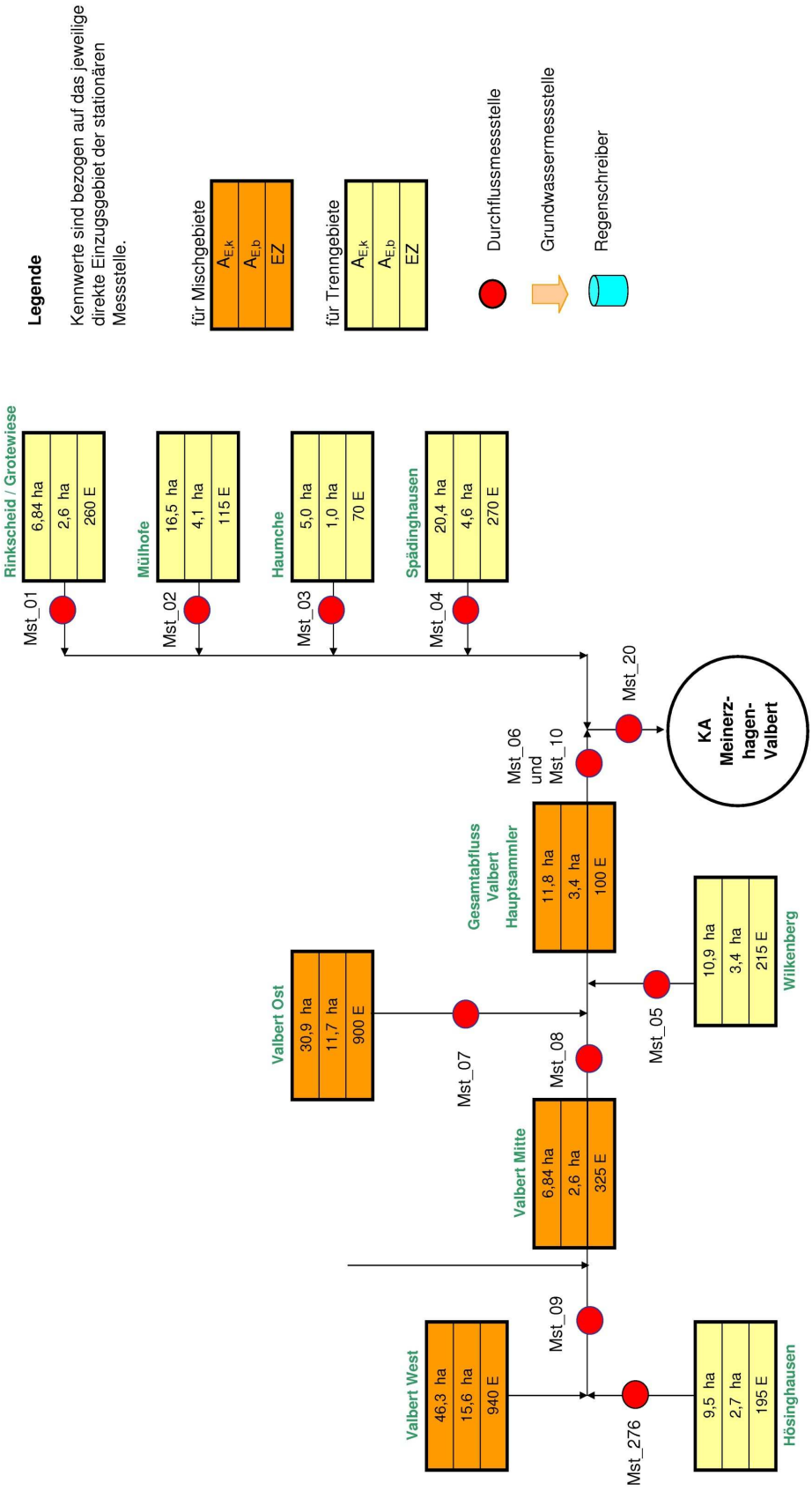


Bild 23: Lage der stationären Durchflussmessstellen im EZG der KA Meinerzhagen-Valbert

In Tabelle 15 folgt eine Auflistung aller Abflussmessungen mit Ein- und Ausbaudatum, Laufzeit und Art des Messgerätes. Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall oder durch beschädigte Messsonden, führen zu Datenlücken, sodass Mess- und Laufzeit teilweise voneinander abweichen.

Tabelle 15: Übersicht der Durchflussmessungen im EZG der KA Meinerzhagen-Valbert

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Mess-gerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_01	Abfluss Rinkscheid/Grote-wiese	UGSH	15.12.06	19.03.07	94	94
Mst_02	Abfluss Mühlhofe	UFO	20.12.06	19.03.07	89	88
Mst_03	Abfluss Haumche	Venturi	21.03.07	10.07.07	111	108
Mst_04	Abfluss Spädinghausen	Venturi	21.03.07	06.06.07	77	77
Mst_05	Abfluss Wilkenberg	Venturi	06.06.07	10.07.07	34	28
Mst_06	Hauptsammler/Mischgebiet	UGSH	06.12.06	28.02.07	84	50
Mst_07	Abfluss RÜ Haaner Str.	UGSH	21.03.07	10.07.07	134	127
Mst_08	Abfluss Piepenströtken	UGSH	20.12.06	02.08.07	225	180
Mst_09	Abfluss Ihnestraße	UGSH	17.01.07	10.07.07	216	191
Mst_10	Hauptsammler/Mischgebiet	UGSH	28.02.07	10.07.07	132	132

Die gewonnenen Abflussmessdaten jeder Messstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Zunächst erfolgte eine visuelle Prüfung verschiedener Messreihen, wie z. B. Wasserstands- und Abflussmessung. Als Nächstes wurden die Messdaten durch Vergleichsmessungen kalibriert und schließlich eine Summenkontrolle der Abwassermenge nach Vereinigungen durchgeführt. Abschließend wurden alle Messstellen aufgrund ihrer Aufzeichnungsqualität bewertet. Die Datenqualität wurde bis auf die Mst_01 und die Mst_07 als „sehr gut“ bis „gut“ eingestuft. An der Mst_01 kam es häufiger zu Ablagerungsproblemen und an der Mst_07 traten Fließverhältnisse im schießenden Bereich auf. Beide Messreihen konnten zwar für die weitere Auswertung herangezogen werden, wurden jedoch stets mit benachbarten Messstellen verglichen.

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in Valbert zwischen dem 25.01.2007 und dem 24.05.2007 an 5 Tagen Handmessungen zur Erfassung des momentanen Durchflusses im Kanal durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere die Gebiete näher untersucht, die im Rahmen des Messprogramms als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert wurden. Es wurden Handmessungen sowohl in Valbert als auch in den umliegenden trennentwässerten Ortschaften bis zur Kläranlage durchgeführt. Dabei wurde ein UGSH-Gerät

eingesetzt. Anzumerken ist, dass der gemessene Wert nur eine Momentaufnahme des Abflusses ist. Aussagen über evtl. Niederschlagsnachläufe oder den Schmutzwassertagesgang können nicht gemacht werden. Um möglichst verlässliche Daten zu bekommen, wurden die Handmessungen zum Teil wiederholt.

3.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regentagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen erforderlich. Da die Niederschlagsmengen und -intensitäten insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurden zu deren Erfassung ein Regenschreiber im Ortsteil Valbert „Am Schwimmbad“ und eine Klimastation auf der KA Meinerzhagen-Valbert eingerichtet. Zusätzlich wurde auf die Aufzeichnungen der vorhandenen Regenschreiber Fürwigge- und Biggetalsperre zurückgegriffen. Insbesondere in Mischsystemen ist eine gesonderte Erfassung von Regenereignissen erforderlich, um den Regenabfluss von den eigentlichen Fremdwasserabflüssen trennen zu können. In Tabelle 16 sind die Messstellen mit den Ein- und Ausbaudaten zusammengefasst. Bild 24 zeigt den Temperaturverlauf und den gefallenen Niederschlag während der Messperiode.

Tabelle 16: Überblick über die Niederschlagsmessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_50	Klimastation KA Meinerzhagen-Valbert	07.12.06	09.07.07
Mst_51	Regenschreiber Am Schwimmbad	07.12.06	02.08.07
Mst_52	Regenschreiber Biggetalsperre	vorhanden	
Mst_53	Regenschreiber Fürwiggetalsperre	vorhanden	

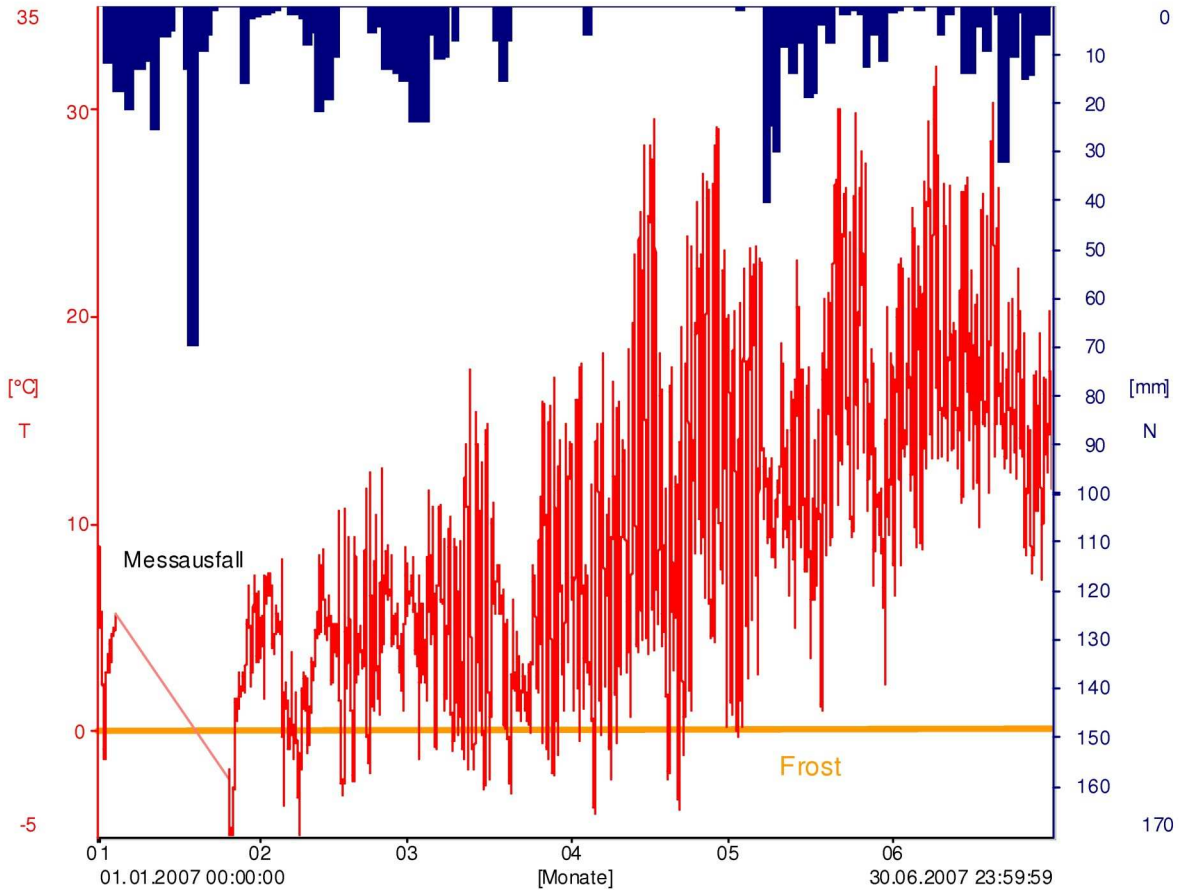


Bild 24: Niederschlags- und Temperaturverlauf während der Messperiode

3.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Der Fremdwasseranfall wird indirekt über den Bodenwasserhaushalt und den Stand des Grundwasserspiegels beeinflusst. Höhere Grundwasserstände führen im Allgemeinen auch zu steigenden Fremdwasserabflüssen. Um diese Abhängigkeit erfassen zu können, wurde eine Grundwassermessstelle im Ortsteil Valbert „An der Landstraße“ installiert. Als Bezugspunkt für die gemessene Pegelganglinie wurde die Geländeoberkante gewählt. In Tabelle 17 sind die signifikanten Daten der Messstelle zusammengestellt.

Tabelle 17: Überblick über die Grundwassermessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau	Lage der Pegelrohroberkante
Mst_61	An der Landstraße	Insider	16.01.07	09.07.07	0,96 m oberhalb GOK

3.2.1.4 Wasserstandsmessungen an Regenbecken

Der Wasserstand im RÜB Valbert wird kontinuierlich gemessen. Die beiden vorhandenen Regenüberläufe sind während der Messkampagne mit Wasserstandsmessungen ausgerüstet worden. In Tabelle 18 sind die ausgewerteten Wasserstandsmessstellen aufgeführt. Das auswertbare Datenmaterial erstreckt sich über sieben Monate. Die Zuverlässigkeit der Messungen kann überwiegend als „gut“ bis „sehr gut“ eingestuft werden. Die Anzahl der auswertbaren Messtage liegt bei rd. 215 Tagen.

Tabelle 18: Übersicht der Wasserstandsmessungen in NWB-Anlagen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_75	RÜB Valbert	vorhanden	-	k.A.	k.A.
Mst_70	RÜ Haaner Str.	06.12.06	09.07.07	215	215
Mst_71	RÜ Piepenströtken	01.12.06	09.07.07	214	214

3.2.1.5 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

Kamerabefahrungen

Um die Ergebnisse der Abflussmessungen zu verifizieren und die sich zum Teil daraus ergebenden Abflusszunahmen deuten zu können, wurden am 23.08.2007 Kamerabefahrungen in den Bereichen Valbert, Robchestraße, Heidehang und Heidewinkel sowie am 24.08.2007 im Bereich Wiesengrund durchgeführt. Befahren wurden insgesamt rd. 810 m Kanalnetz. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung werden zusammen mit den Handmessungen nachfolgend dargestellt.

Kanal-Nebeluntersuchung

Ergänzend zu den Handmesskampagnen wurden in ausgewählten trennentwässerten Teileinzugsgebieten Signalnebeluntersuchungen zur Erfassung von Fehlanschlüssen befestigter Flächen durchgeführt. Am 28. und 29.08.2007 wurden umfassende Kanal-Nebeluntersuchungen in den TEZG Grotewiese, Rinkscheid, Mülhofe, Spädinghausen, Vorder- und Mittelhagen, Trenngebiet Heidehang und Hösinghausen durchgeführt. Auch diese Ergebnisse werden zusammen mit den Handmessungen nachfolgend dargestellt.

3.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

3.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne in Meinerzhagen-Valbert erstreckte sich vom 06.12.2006 bis zum 10.07.2007. Einbaubedingt sind die Messzeiträume der einzelnen Messstellen etwas unterschiedlich. Um eine Vergleichbarkeit der Messstellen zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01. bis 30.06.2007. Dabei wurden die Messdaten der Messstellen 01 bis 05 und 07, die zwischen 4 und 12 Wochen in Betrieb waren, auf den gesamten Auswertezeitraum von Januar bis Juni hochgerechnet. Hierzu wurde die vorhandene Messstelle auf der Kläranlage (Mst_20) als Referenzmessstelle herangezogen. Für jede genannte Messstelle wurde auf diesem Weg ein eigener Umrechnungsfaktor errechnet (s. Anhang B).

Die aufgezeichneten Messgrößen Wasserstand h und Fließgeschwindigkeit v wurden wie in Kapitel 2 beschrieben in eine Wassermenge Q umgerechnet, verifiziert und auf Plausibilität geprüft. Die ursprünglichen 2-min. Daten wurden mit Hilfe der Datenbank Access um Unplausibilitäten bereinigt (z. B. Löschen von Nullwerten und Elimination von Daten, die auf außergewöhnliche Ereignisse, wie Schieberschließungen aufgrund von Handmessungen und Kamerabefahrung, zurückzuführen waren). Anschließend wurden die Daten auf Stundenmittelwerte verdichtet. Schließlich wurden noch die Messtage eliminiert, die während Entlastungsereignissen von oberhalb der Messstelle liegenden Niederschlagswasserbehandlungsanlagen aufgezeichnet wurden. Abschließend wurden die bereinigten Daten in ein Excel-Arbeitsblatt importiert, um mit Hilfe verschiedener Auswertemethoden (s. Kapitel 2.2) das Fremdwasser in den Teilgebieten bestimmen zu können.

Der Fremdwasseranfall wurde mit der Nachtminimum-Methode ermittelt. Für jede Messstelle befindet sich im Anhang B ein Auswerteblatt mit den unterschiedlichen Auswertemethoden und jeweiligen Ergebnissen.

In Tabelle 19 werden der direkte Fremdwasseranfall an jeder Messstelle und der prozentuale Fremdwasseranfall bezogen auf den Fremdwasserabfluss der Kläranlage angegeben.

Tabelle 19: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässe-rungsver-fahren	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Gesamt-fremd-wasser [1] [%]	A_f [m^2]	FAG = $A_f/A_{E,b}$ [%]
Mst_01	Rinkscheid/Gro-tewiese	TS	0,1	0,1	0,7	469	1,8
Mst_02	Mülhofe	TS	0,4	0,4	2,7	915	2,2
Mst_03	Haumche	TS	0,6	0,6	4,1	578	5,8
Mst_04	Spädinghausen	TS	0,2	0,2	1,4	277	0,6
Mst_05	Wilkenberg	TS	0,9	0,9	6,1	676	2,5
Mst_276	PW Hösinghausen	TS	0,1	0,1	0,7	485	1,8
Mst_06 Mst_10	Hauptsammler	MS	12,4	0,0 [2] (-0,9)	0,0 [2]	-	-
Mst_07	Abfluss RÜ Haaner Str. (Valbert-Ost)	MS	4,3	4,3	29,0	-	-
Mst_08	Abfluss RÜ Piepenströtken (Valbert-Mitte)	MS	8,1	2,7	18,0	-	-
Mst_09	Ihnestraße (Valbert-West)	MS	5,4	5,3	36,0	-	-
Mst_20	Zufluss Kläranlage	MS	14,7	1,0	7,0	-	-
Summe (KA Meinerzhagen-Valbert, Mst_20)				**14,7**	**100**	**3.400**	**14,7**

1) Fremdwasserabfluss auf der KA Meinerzhagen-Valbert $Q_{F,pM}$ = 14,7 l/s

2) Wert mit 0,0 angesetzt, da theoretische Differenzbildung einen negativen Wert ergibt

Den Messstellen Mst_01 bis Mst_04 sind reine Trenngebiete vorgelagert, deren Anteil am Gesamtfremdwasser relativ gering ist. Der Einfluss dieser Gebiete auf die Kläranlage ist jedoch bedeutend, da deren Abflüsse direkt der Kläranlage zufließen und nicht über das RÜB Valbert. Durch die Mst_06 wird der Gesamtabfluss des Gebietes vor dem Becken, d. h. ohne die Trenngebiete nördlich und östlich der Kläranlage, gemessen. Diese Messstelle wurde im Laufe der Messperiode aufgrund der hydraulischen Verhältnisse des ursprünglichen Einbauschachtes einen Schacht oberhalb verlegt und als Messstelle Mst_10 bezeichnet. An der Mst_20 wird der Gesamtzufluss zur Kläranlage inkl. der Trenngebiete gemessen.

Die absolut ermittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur mittelbar etwas über die Fremdwasserverteilung in den einzelnen Gebieten aus. Eine Bewertung der Fremdwassermengen erfolgt aussagekräftiger durch den Bezug der Wassermenge auf die Einwohnerzahl, die Kanal-

netzlänge oder die Flächengröße. In diesem Fall wurde als spezifische Bezugsgröße die befestigte Fläche $A_{E,b}$ gewählt. Für die KA Meinerzhagen-Valbert wurden die Ist-Flächen aus der Schmutzfrachtberechnung [35] übernommen.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 25 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasser auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet und die Flächenspende der Teilgebiete. Ferner sind die Misch- und Trenngebiete zur Verdeutlichung und besseren Abschätzung in gelb bzw. orange dargestellt.

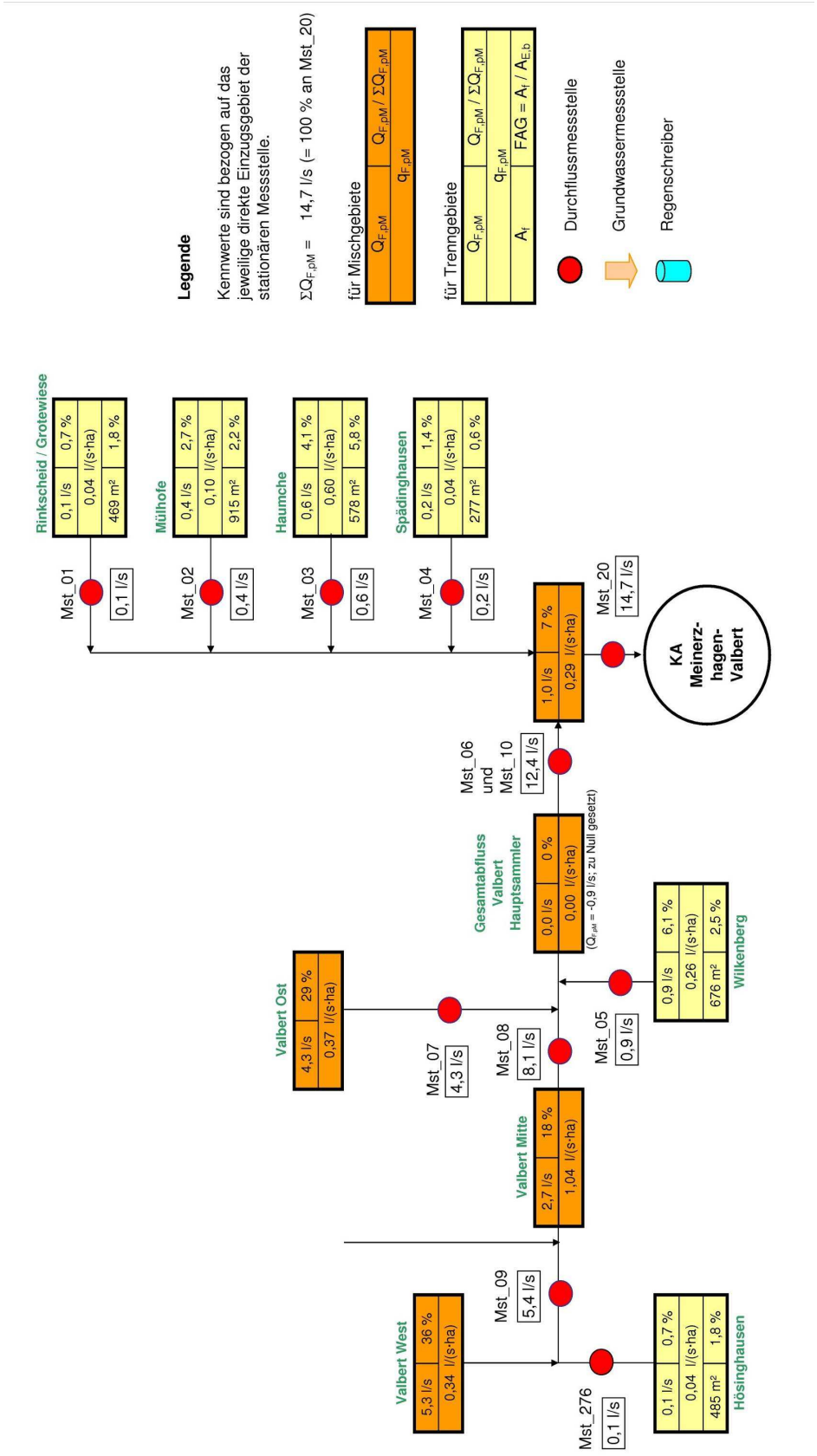


Bild 25: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert

Das meiste Fremdwasser fällt im Innenstadtbereich von Valbert (Ortsteile West, Mitte und Ost) mit knapp 83 % an. Weitaus geringer, aber dennoch auffällig in ihrer fehlangeschlossenen abflusswirksamen Fläche sind die Trenngebiete Haumche, Mühlhofe, Rinkscheid/Grotewiese und Wilkenberg.

Bereits die ersten Messungen Anfang 2007 deuteten auf einen erhöhten Fremdwasserabfluss aus dem mischentwässerten Ortskern Valbert hin. Daher wurde das Einzugsgebiet in die drei Teileinzugsgebiete Valbert-West (Mst_09), Valbert-Mitte (Mst_08) und Valbert-Ost (Mst_07) unterteilt und mit stationären Messstellen ausgerüstet. Ferner wurden die im Trennsystem entwässerten Gebiete im nördlichen Bereich von Valbert-Zentrum flächendeckend im Rahmen von Handmesskampagnen genauer untersucht, um mögliche Fremdwasserquellen genauer lokalisieren und das Maß einer möglichen Fremdwasserreduzierung abschätzen zu können.

Im Fließschema im Anhang A werden für jede stationäre Messstelle Kennwerte angegeben, die eine Charakterisierung des jeweiligen Abflusses ermöglichen. Dabei wurde das periodische Mittel mit den zugehörigen minimalen und maximalen monatlichen Mittelwerten der Auswerteperiode für die Nachtminimum-Methode und die Methode des gleitenden 21-d Minimums dargestellt.

Nahezu in allen Vororten im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert, die ausschließlich im Trennsystem entwässert werden, sind in der Regel Fehlanschlüsse Ursache für einen erhöhten Fremdwasserabfluss.

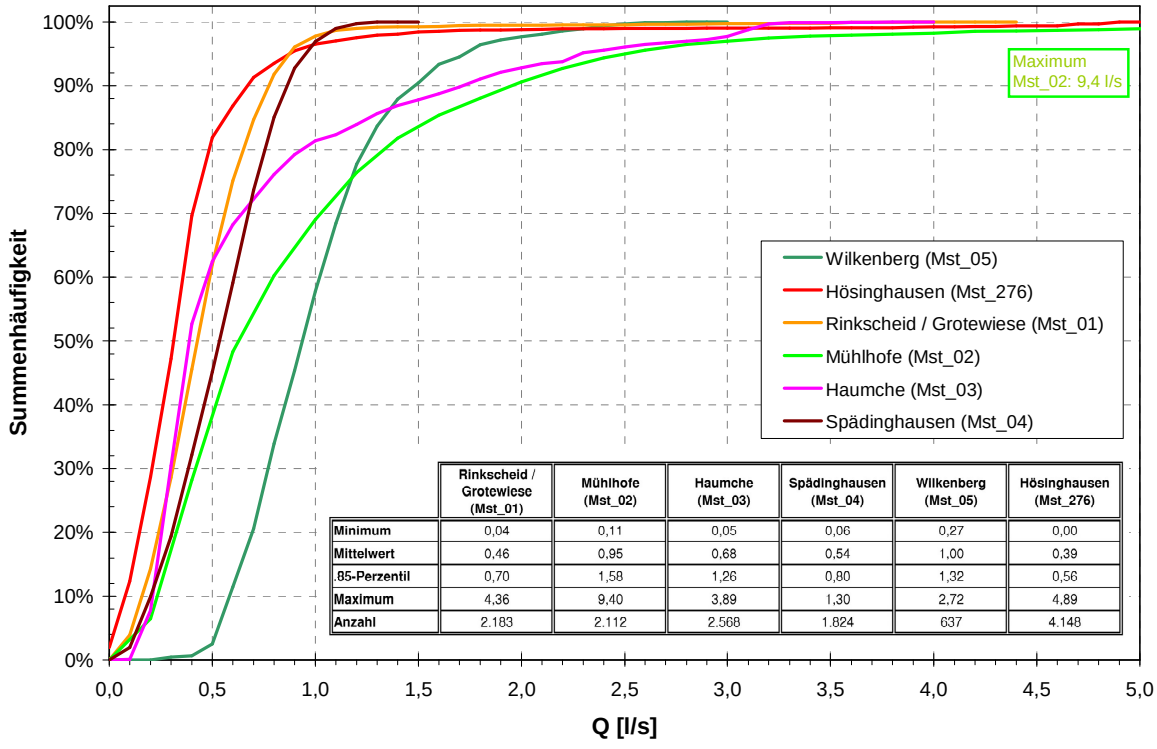
3.2.2.2 Ergänzende Auswertung in trennentwässerten Einzugsgebieten

Die Teileinzugsgebiete Rinkscheid, Grotewiese, Mülhofe, Haumche, Wilkenberg, Spädinghausen, Vorder- und Mittelhagen sowie Hösinghausen werden ausschließlich im Trennsystem entwässert, sodass hier das Auswerteverfahren modifiziert wurde. Zusätzlich zu den Abflüssen an Trockenwettertagen wurden die Abflüsse an Regenwettertagen mit einbezogen. Dadurch fließen auch die niederschlagsbedingten Spitzenabflüsse in die Auswertung ein. Die Nachtminimumauswertung basiert auf Stundenwerten sämtlicher Messtage. Die Methode des gleitenden 21-d Minimums repräsentiert den grundwasserbasierten Anteil des Fremdwassers. Die Differenz zwischen der Ganglinie des Nachtminimums und der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums steht für den niederschlagsbedingten Fremdwasserabfluss als direkte Folge eines Niederschlagsereignisses. Auffällig sind bei fast allen Trenngebieten die ausgeprägten Abflussspitzen als direkte Folge von Niederschlagsereignissen, die auf Fremdwasserzutritte aus oberflächlich abfließendem Niederschlag und auf Fehlanschlüsse

schließen lassen. Ferner zeigen die Messungen, dass ein Abklingen der Abflussspitzen nach Regenende sehr rasch geschieht, sodass die Vermutung von Fehlanschlüssen hierdurch gestützt wird. Der Mittelwert des Fremdwasserabflusses in Trenngebieten, basierend auf der Nachtminimum-Methode an Trocken- und Regenwettertagen, ist rd. 5- bis 8-fach geringer als die niederschlagsbedingten maximalen Abflussspitzen.

In Bild 26 sind die Summenhäufigkeiten der Abflüsse aus trennentwässerten Teileinzugsgebieten zusammen mit den jeweiligen Kennwerten dargestellt. In der Grafik können Basisabfluss, durchschnittlicher täglicher Abfluss und Spitzenabflüsse, bspw. bei Regenereignissen, unterschieden werden. Alle dargestellten Messstellen Mst_01 bis Mst_05 und Mst_276 weisen ein relativ geringes 85-Perzentil zwischen 0,56 und 1,58 l/s auf. Die Spitzenabflüsse variieren jedoch erheblich und erreichen bspw. bei Mst_02 (Mühlhofe) Abflüsse von bis zu 9,4 l/s. Weiterhin auffällig ist ein Basisabfluss bei der Mst_05 (Wilkenberg) von 0,27 l/s.

Durch die Darstellung wird klar, dass alle trennentwässerten Teileinzugsgebiete vermutlich Fehlanschlüsse von befestigten Flächen an den Schmutzwasserkanal aufzeigen. Die Summenhäufigkeitsverteilung zeigt jedoch, dass insbesondere die Einzugsgebiete Mühlhofe, Haumche, Hösinghausen und Rinkscheid/Grotewiese bei Regenereignissen nennenswerte Spitzenabflüsse aufweisen.



	Rinkscheid / Grotewiese (Mst_01)	Mühlhofe (Mst_02)	Haumche (Mst_03)	Spädinghausen (Mst_04)	Wilkenberg (Mst_05)	Hösinghausen (Mst_276)
Minimum	0,04	0,11	0,05	0,06	0,27	0,00
Mittelwert	0,46	0,95	0,68	0,54	1,00	0,39
85-Perzentil	0,70	1,58	1,26	0,80	1,32	0,56
Maximum	4,36	9,40	3,89	1,30	2,72	4,89
Anzahl	2.183	2.112	2.568	1.824	637	4.148

Bild 26: Summenhäufigkeiten der Abflüsse aus trennentwässerten Teileinzugsgebieten

3.2.2.3 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in einigen Teilgebieten Handmessungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Insgesamt wurden an knapp 70 Stellen Handmessungen vorgenommen. Hauptschwerpunkte bildeten die Bereiche, die aufgrund der stationären Durchflussmessung Auffälligkeiten zeigten. Für eine Aussage, in welchem Verhältnis der gemessene Wert zum ermittelten periodischen Mittelwert des Fremdwasserabflusses im Teileinzugsgebiet steht, ist es notwendig, auch im Schacht der stationären Messstelle eine Handmessung durchzuführen. Aus unterschiedlichen Gründen konnte dies jedoch nicht immer umgesetzt werden, was die Auswertung der Handmessungen erschwert. Je nach Art der Fremdwasserquelle haben der lokale Grundwasserstand und die Regenereignisse einen großen Einfluss auf die Fremdwassermenge. Auch die jahreszeitabhängigen Schwankungen werden in den teils sehr unterschiedlichen Messwerten deutlich. Nachfolgend werden die Vorgehensweisen in den einzelnen Teilgebieten und die identifizierten Schäden näher erläutert. Die prozentualen Angaben der lokalisierten Fremdwassermengen beziehen sich dabei immer auf das direkte Teileinzugsgebiet. Eine Gesamtübersicht der gefundenen Schäden, Fremdwassermengen und eine Abschätzung des Reduzierungspotenzials in den Teileinzugsgebieten und im Gesamteinzugsgebiet werden in Tabelle 20 dargestellt.

Dabei werden für jedes Teileinzugsgebiet der absolute ($\Delta Q_{F,pM}$) und anteilige (Q_F) Fremdwasserabfluss am Gesamtfremdwasser auf der Kläranlage sowie das reduzierbare Fremdwasser jeweils absolut und anteilig angegeben.

Tabelle 20: Übersicht der lokalisierten Fremdwasserquellen

TEZG und Fremdwasserquelle	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Q_F *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	ΔQ_F *) [%]
TS Rinkscheid/Grotewiese (Mst_01)	**0,1**	**0,7**		
Fehlanschluss, ca. 100 m² fehlangeschlossene Dränage			0,1	0,7
TS Mülhofe (Mst_02)	**0,4**	**2,7**		
Fehlanschluss Dachfläche, ca. 350 m²			0,3	2,0
TS Haumche (Mst_03)	**0,6**	**4,1**	**-**	**-**
Externes Untersuchungsvorhaben hier nicht angesetzt			-	-
TS Spädinghausen (Mst_04)	**0,2**	**1,4**		
Fehlanschluss Dachfläche, ca. 85 m²			0,1	0,7
TS Wilkenberg (Mst_05)	**0,9**	**6,1**		
Klinik, ca. 400 m² Fehlanschlüsse			0,2	1,4
TS Hösinghausen (Mst_276)	**0,1**	**0,7**		
Fehlanschluss Dachfläche, ca. 85 m²			0,1	0,7
Valbert-Ost (Mst_07)	**4,3**	**29,2**		
rd. 540 m Kanal inkl. Schächte erheblich sanierungsbedürftig im Bereich Heidehang und Wiesengrund			2,5	17,0
Fehlanschluss Dachfläche, ca. 200 m² Trenngebiet Heidehang			0,5	3,4
Valbert-Mitte (Mst_08)	**2,7**	**18,4**		
Schacht 7616 Dränage			1,0	6,8
Valbert-West (Mst_09)	**5,3**	**36,0**		
Heidewinkel (7 Schäden auf 260 m Kanal)			1,5	10,2
Robchestraße/Schützenstraße Notentlastung der Versickerungsanlage und Undichtigkeiten (Haltung 7214 Dränage)			1,0	6,8
Anschluss Bach Nordhelle			2,0	13,6
Aufrundungsfehler aus Auswertemethoden (Negativbetrag im Bereich Mst_06 und Mst_10 sowie Positivbetrag vor der Kläranlage Mst_20)	*0,1*	*0,7*	-	-
Summe lokalisiertes Fremdwasser	**14,7**	**100,0**	**9,3**	**63,3**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall auf der KA Meinerzhagen-Valbert von $Q_{F,pM}$ = 14,7 l/s

Mischgebiet Valbert-West (Mst_09)

Als ein wesentlicher Fremdwasserschwerpunkt wurde der Ortsteil Valbert-West identifiziert, aus dem 36 % des gesamten auf der Kläranlage anfallenden Fremdwassers stammen. Die Auswertung ergab im Teileinzugsgebiet der Messstelle Mst_09 i. M. 5,3 l/s Fremdwasserabfluss.

In den Monaten Februar bis April 2007 wurden an drei Tagen Handmessungen durchgeführt. Aufgrund von Witterungsverhältnissen und örtlichen Gegebenheiten wurde nicht immer an allen 12 Schächten gemessen. Bereits bei der ersten Begehung wurde deutlich, dass ein Großteil des Fremdwassers aus einem der Kanalisation zufließenden Bach und den Seitengräben im Bereich der „Ev. Tagungsstätte Nordhelle“ sowie einem Dränagezufluss der Jugendbildungsstätte stammt. Die Abflussmessungen unterhalb dieses Bereiches lieferten Abflüsse zwischen 2 und 4 l/s. Bild 27 zeigt den Austritt des Baches im Bereich Nordhelle, der ca. 50 m unterhalb in die Kanalisation geleitet wird. Die Abflussmenge ist jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Als Reduzierungspotenzial wurden 2 l/s (13,6 %) angesetzt.



Bild 27: Bachabfluss im Bereich Nordhelle

Im Bereich Valbert-West wurde ebenfalls das Trenngebiet Heidewinkel als fremdwasserbelastet identifiziert. Der Schmutzwasserkanal wurde am 23.08.2007 mit einer Kamera TV-inspiziert. Das Ergebnis dieser Kamerabefahrung war aufschlussreich. Auf einer Kanallänge von rd. 260 m wurden sieben fremdwasserrelevante Schäden gefunden. Es handelt sich hierbei um vier ständig wasserführende Hausanschlüsse und drei undichte Schächte (s. Bild

28). Die wenigen Ergebnisse der Handmessungen weisen in diesem Bereich Abflüsse zwischen 1 l/s und 3 l/s auf, die vom Grundwasserstand abhängig sind. Als Reduzierungspotenzial wurden 1,5 l/s (10,2 %) angesetzt.

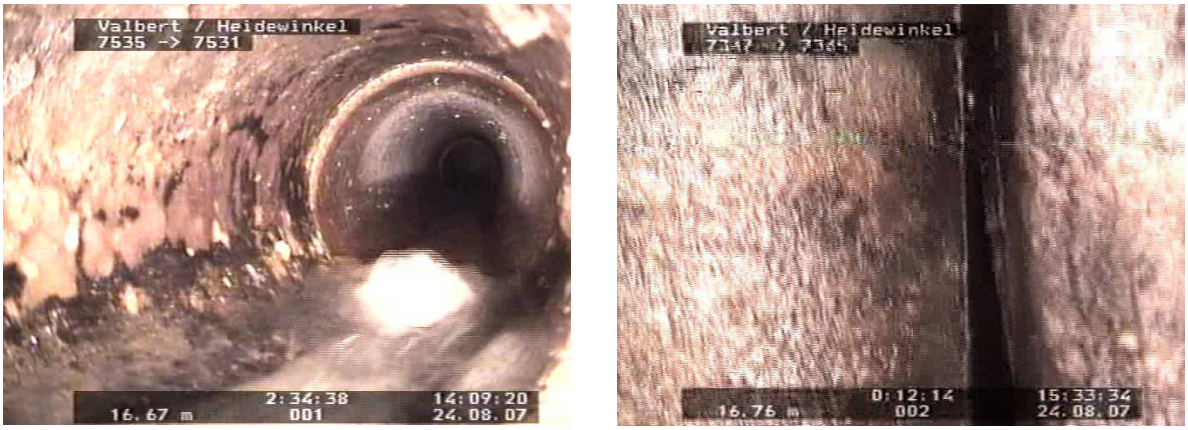


Bild 28: Fehlanschluss bzw. Kanalschaden Heidewinkel

Als dritte Fremdwassereintrittsquelle im Einzugsgebiet Valbert-West wurde im Bereich der Kreuzung Robchestraße/Schützenstraße ein Fehlanschluss einer Versickerungsanlage lokalisiert. Es handelt sich hier um eine kurze Haltung (23 m), die einen erheblichen Fremdwasserabfluss aufzeigt (s. Bild 29, links). Handmessungen am 10.05.2007 ergaben einen Wert von 2,3 l/s. Eine am 24.8.2007 durchgeführte Kamerabefahrung zeigte sowohl Kanalschäden als auch den Anschluss eines Entlastungskanals einer Versickerungsanlage aus unmittelbarer Nähe. Da diese Versickerungsanlage für die erheblichen Hangwässer unterdimensioniert zu sein scheint, ist der ursprünglich als Notentlastung vorgesehene Kanal sehr oft aktiv.

Ferner zeigte die Kamerabefahrung im Bereich der Straße „Auf der Hardt“ Undichtigkeiten zwischen den Schächten 7282 und 7283 (s. Bild 29, rechts). Das Reduzierungspotenzial für die beschriebenen Schäden wird mit 1,0 l/s (6,8 %) abgeschätzt.

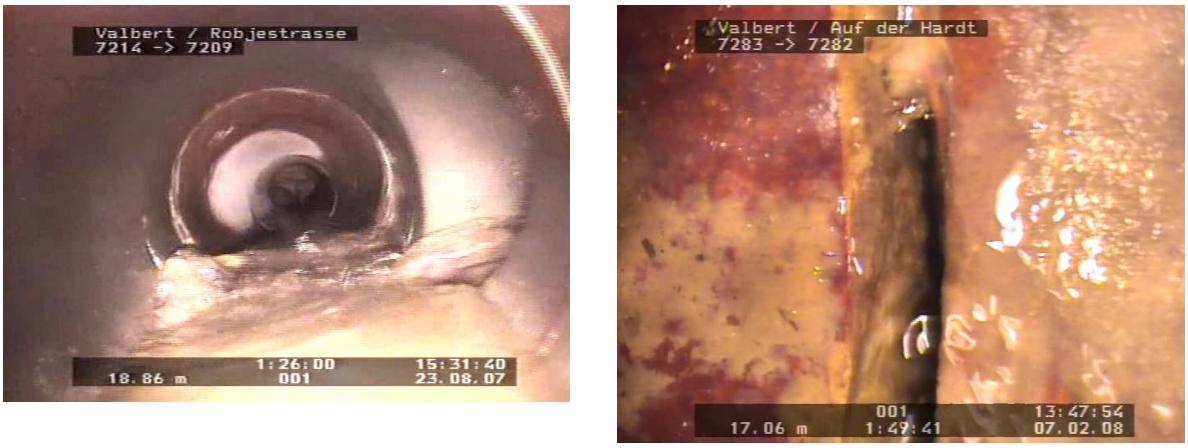


Bild 29: Fehlanschluss Robchestraße (links) und Kanalschäden „Auf der Hardt“ (rechts)

Mischgebiet Valbert-Mitte (Mst_08)

An der Mst_08 in Valbert wurden i. M. 8,1 l/s Fremdwasserabfluss errechnet. Dem direkten Einzugsgebiet der Messstelle aus dem Bereich Valbert-Mitte sind 2,7 l/s zuzuordnen.

Handmessungen an sieben Schächten in den Monaten Januar und Februar 2007 identifizierten schnell eine Dränage bzw. Bacheinleitung in den Anfangsschacht 7616 am Ende der Ihnestraße gegenüber der alten Kunststofffabrik mit 1,5 l/s Fremdwasserzufluss als Fremdwasserquelle. Im nachfolgenden Schacht 7615 wurden am 25.01.2007 und 27.02.2007 Abflüsse zwischen 1,8 und 2,5 l/s gemessen (s. Bild 30).

Das übrige Gebiet Valbert-West wurde im Hinblick auf weitere Fremdwasserquellen weitestgehend als unauffällig eingeschätzt. Als Reduzierungspotenzial für die beschriebenen Schäden werden 1,0 l/s (6,8 %) angesetzt.



Bild 30: Zufluss einer Dränage bzw. eines Baches im Schacht 7616 am Ende der Ihnestraße

Mischgebiet Valbert-Ost (Mst_07)

Das Teileinzugsgebiet Valbert-Ost wurde durch die Mst_07 abgedeckt. An dieser Messstelle wurden i. M. 4,3 l/s Fremdwasser errechnet. Dies entspricht 29 % des Gesamtfremdwassers im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert. Die Mst_07 konnte durch den Neubau eines Messschachtes bedingt erst im März 2007 in Betrieb genommen werden. Die Messdaten-qualität ist trotz fehlender Messwerte in den Monaten Januar bis März als „gut“ einzustufen.

Wie auch in den westlich liegenden Teileinzugsgebieten schwanken die Monatsmittelwerte zwischen 2 l/s im April und 11 l/s im März. Zur genauen Lokalisierung wurden an neun Schächten an drei Tagen Handmessungen durchgeführt.

Das im Trennsystem entwässerte Gebiet Heidehang oberhalb des Schwimmbades wurde am 29.08.2007 einer umfassenden Kanal-Nebeluntersuchung unterzogen. Dadurch wurden rd. 200 m^2 Dachfläche (s. Bild 31) festgestellt, die fälschlicherweise am Schmutzwasserkanal angeschlossen sind.



Bild 31: Fehlanschlüsse Heidehang

Des Weiteren wurden rd. 300 m Schmutzwasserkanal im Bereich Heidehang kamerabefahren. Hierdurch wurden zehn Schäden festgestellt, die zu einem Fremdwassereintritt in die Kanalisation führen. Dabei handelt es sich um sieben Hausanschlussschäden und drei defekte Schachtbauwerke. Bild 32 stellt beispielhaft Schäden im Bereich Heidehang dar.

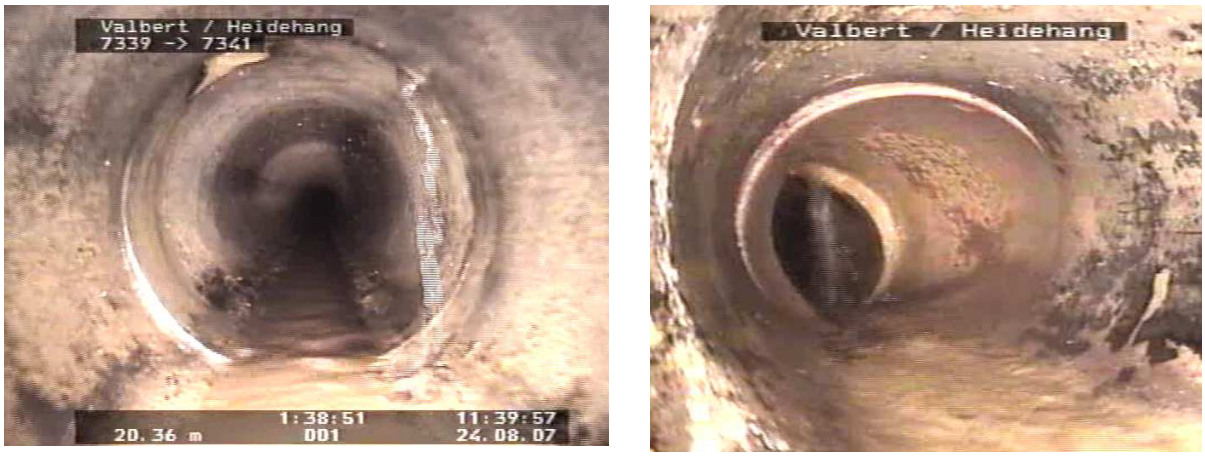


Bild 32: Kanalschäden Heidehang

Ebenfalls konnten mit einer Kamerabefahrung und Handmessungen auf 240 m Haltungslänge 14 Schäden in der Straße Wiesengrund festgestellt werden. Hierbei handelt es sich um neun Kanalschäden und fünf Schäden in Schächten, aus denen erhebliches Fremdwasser in die Kanalisation eindringt (s. Bild 33). Insgesamt können 3,0 l/s, entsprechend 20,4 % des gesamten Fremdwassers, durch Sanierungsmaßnahmen im Bereich Valbert-Ost reduziert werden.



Bild 33: Kanalschäden Wiesengrund

Die Messungen in den umliegenden trennentwässerten Ortschaften Valberts zeigen ein nahezu identisches Fremdwasserabflussverhalten. Es wurde festgestellt, dass an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossene Flächen ursächlich für das Fremdwasser sind. Versuche, mit Handmesskampagnen Fremdwasser genauer zu lokalisieren, schlugen aufgrund der sehr geringen Abflüsse fehl. Daher wurden am 28. und 29.08.2007 Nebelungen des Schmutzwasserkanals durchgeführt, um die Fehlanschlüsse im System aufzuspüren. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden ortschaftsbezogen nachfolgend erläutert.

Trenngebiet Rinkscheid/Grotewiese (Mst_01)

Die Abflüsse aus den verhältnismäßig kleinen Trenngebieten Rinkscheid und Grotewiese wurden von Januar bis März 2007 über die Mst_01 erfasst und auf den Auswertezeitraum extrapoliert. An der Mst_01 wurden i. M. 0,1 l/s Fremdwasser errechnet, wobei die Messstelle kaum monatlichen Schwankungen der Monatsmittelwerte unterworfen ist. Die Messungen zeigen bei starken Regenereignissen Abflüsse über 5 l/s. Eine Nebelung des Schmutz-

wasserkanals zeigte, dass ein Wohnhaus mit einer Dränage und ein zweites Wohnhaus mit ca. 80 m^2 Dachfläche an den Schmutzwasserkanal angeschlossen sind. Durch eine Beseitigung des Fehlanschlusses können 0,1 l/s (0,7 %) des Fremdwassers reduziert werden.

Trenngebiet Mülhofe (Mst_02)

Durch die Mst_02 wurden die Abflüsse aus dem Gebiet Mülhofe von Januar bis Mitte März 2007 gemessen. Das hochgerechnete Fremdwasser beträgt i. M. 0,4 l/s. Es handelt sich auch hier um ein reines Trenngebiet. An dieser Messstelle wurden Spitzenabflüsse bis 6 l/s gemessen, die stark mit Regenereignissen korrespondieren. Durch Nebelung wurden ein Wohnhaus und zwei Gewerbehallen mit ca. 350 m² befestigter fehlangeschlossener Fläche festgestellt, die ihr Regenwasser in den Schmutzwasserkanal einleiten. Durch Beseitigung dieser Fehlanschlüsse können rd. 2 % des Fremdwasserabflusses (0,3 l/s) reduziert werden.

Trenngebiet Haumche (Mst_03)

Die Abflüsse aus dem Gebiet Haumche wurden vom 21.03. bis 10.07.2007 durch die Mst_03 erfasst. Das ermittelte Fremdwasser beträgt i. M. 0,6 l/s. Die Fremdwassersituation im Wohngebiet Haumche wurde bereits im Rahmen eines gesonderten Vorhabens des Landes Nordrhein-Westfalen untersucht. Derzeit werden die Maßnahmenvorschläge zur Fremdwasserreduzierung baulich umgesetzt. Bedingt durch die Bauarbeiten im Wohngebiet und das gesonderte Untersuchungsprogramm wird das Wohngebiet Haumche im Rahmen dieses Untersuchungsvorhabens nicht weiter betrachtet.

Trenngebiet Spädinghausen (Mst_04)

Die Mst_04, die das trennentwässerte Gebiet Spädinghausen und die in Fließrichtung oberhalb liegenden Ortschaften abdeckt, war vom 21.03. bis 06.06.2007 in Betrieb. Der extrapolierte Fremdwasserabfluss für den Auswertezeitraum beträgt 0,2 l/s. Im Rahmen der Nebelung des Schmutzwasserkanals wurden ca. 85 m^2 fehlangeschlossene Dachfläche eines Wohnhauses festgestellt. Mit Umklemmung dieser Dachfläche an den Regenwasserkanal kann mit einer Fremdwasserreduzierung von 0,1 l/s (0,7 %) gerechnet werden.

Trenngebiet Wilkenberg (Mst_05)

Die Abflüsse aus dem Gebiet Wilkenberg wurden einen Monat lang im Juni 2007 gemessen. Aus den Messergebnissen wurde ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 0,9 l/s extrapoliert.

Weder durch Handmessungen noch durch eine Signalnebeluntersuchung des Schmutzwasserkanals konnten Fehlanschlüsse festgestellt werden. Nach Angaben der Stadt Meinerzhagen kann jedoch die zurzeit leerstehende Klinik im Wilkenberg mit ihrer Dachfläche an den

Schmutzwasserkanal angeschlossen sein. Ältere Kamerabefahrungen bestätigen diese Vermutung. Im Rahmen einer Ortsbesichtigung mit Vertretern der Stadt Meinerzhagen, aber auch durch theoretische Berechnungen wurde die fehlangeschlossene Fläche auf etwa 400 m^2 geschätzt. Genauere Aussagen sind zurzeit nicht möglich. Hierzu sind weiterführende Untersuchungen seitens der Stadt Meinerzhagen geplant.

Beispielhaft ist für das Einzugsgebiet Wilkenberg (Mst_05) die Auswertung der fehlangeschlossenen befestigten Flächen in Bild 34 über eine Korrelation des niederschlagsabhängigen Fremdwassers und des gefallenen Niederschlags dargestellt.

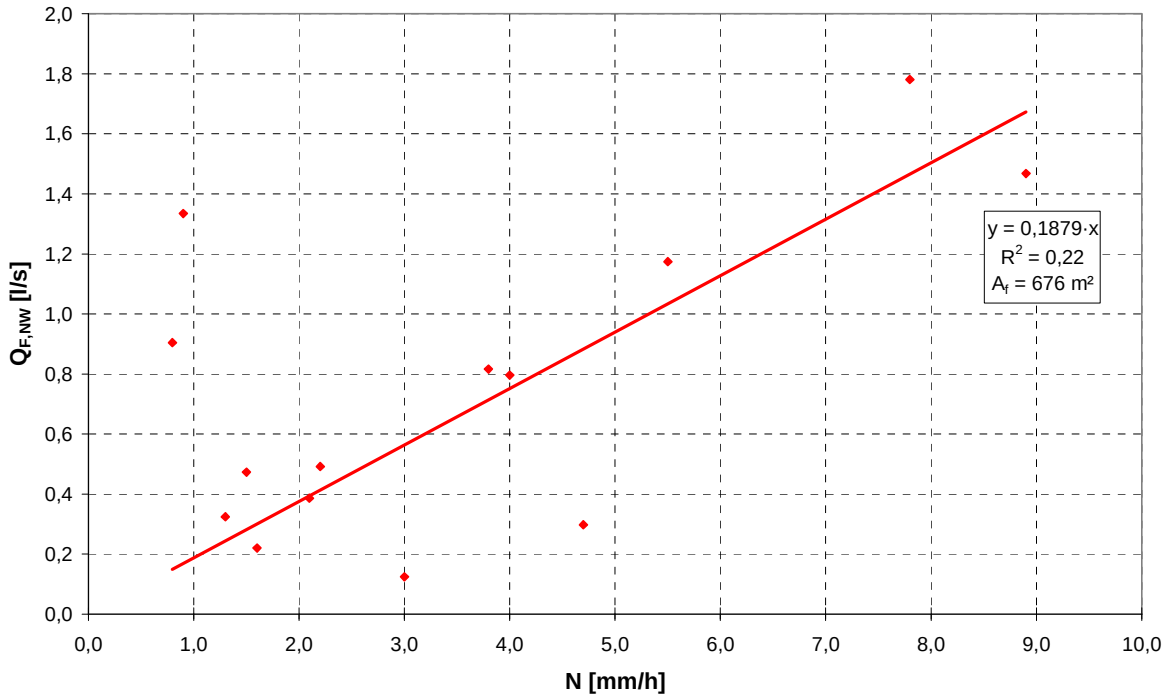


Bild 34: Abschätzung der an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossenen Fläche

Trenngebiet Hösinghausen (Mst_276)

Das Trenngebiet Hösinghausen ist über das Pumpwerk Hösinghausen an das Mischgebiet Valbert-West angeschlossen. Die Abflüsse aus diesem Gebiet wurden durch die Mst_09 mit erfasst. Ergänzend hierzu lieferte die Auswertung der Pumpwerksdaten Hösinghausen über die Messstelle Mst_276 einen Fremdwasserabfluss von im Mittel 0,1 l/s. Durch eine Signalnebeluntersuchung wurde der Fehlanschluss eines Wohnhauses mit ca. 85 m^2 Dachfläche identifiziert. Durch Beseitigung dieses Fehlanschlusses kann das Gebiet nahezu als fremdwasserfrei gelten.

3.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Bei den bisher ermittelten Fremdwassermengen handelt es sich um Halbjahreswerte der Monate Januar bis Juni 2007. Da die Messungen überwiegend in den niederschlags- bzw. fremdwasserreichen Monaten stattfanden, ist eine Aussage über Jahresmittelwerte 2007 bislang nicht möglich gewesen. Um die ermittelten Fremdwassermengen auch mit den Jahren der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der letzten Jahre (2002 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert.

Im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert lag der langjährige Faktor im Mittel über die Jahre 2002 bis 2007 bei 1,35 (s. Tabelle 21). Die Auswertung der Zuflussmessung der Kläranlage ergab für das Jahr 2007 einen Faktor von 1,10. Mit Hilfe des Faktors 1,10 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert.

Tabelle 21: Umrechnung der halbjährigen Messkampagne auf ein ganzjähriges Mittel

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	Jan - Juni zum Jahresmittel
2002	11,3	17,3	12,7	8,0	6,6	5,5	7,7	6,1	4,4	1,9	0,0	0,0	10,2 l/s	6,8 l/s	1,51
2003	24,2	9,2	4,6	1,8	3,0	2,3	0,9	0,2	0,4	2,6	4,3	9,2	7,5 l/s	5,2 l/s	1,44
2004	8,9	8,1	6,2	4,7	3,1	2,2	2,2	3,0	3,2	3,5	5,2	5,1	5,5 l/s	4,6 l/s	1,20
2005	8,3	7,5	6,5	5,7	3,5	1,5	1,3	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5 l/s	3,1 l/s	1,76
2006	1,3	5,5	8,1	6,8	4,4	2,7	0,4	2,3	2,7	2,6	7,1	7,1	4,8 l/s	4,2 l/s	1,13
2007	**17,0**	**10,3**	**8,0**	**2,6**	**3,6**	**3,6**	**5,8**	**8,0**	**5,1**	**3,4**	**7,8**	**7,1**	**7,5 l/s**	**6,9 l/s**	**Messjahr 1,10**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,35

Die Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet bleibt dabei unverändert, wohingegen die absolute Fremdwassermenge in den einzelnen Teilgebieten geringer wird. Zur besseren Dar-

stellung folgt in Bild 35 das bereits bekannte Fließschema mit den umgerechneten Jahresmittelwerten in den einzelnen Teilgebieten.

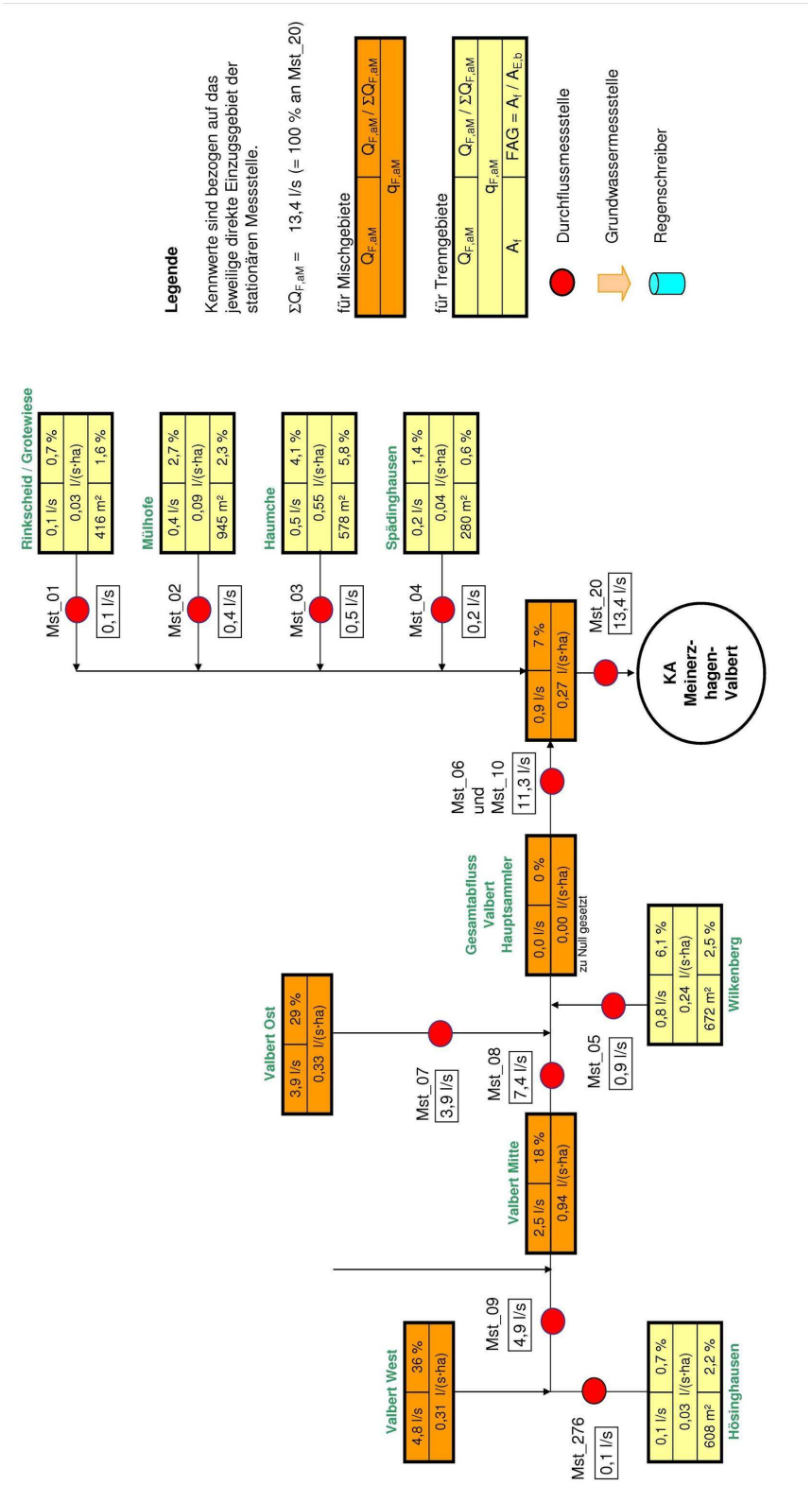


Bild 35: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007)

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist. Dazu zeigt Tabelle 22 eine Übersicht, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes, die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Insgesamt lassen sich durch die im Anschluss aufgeführten Sanierungsmaßnahmen im Jahresmittel ca. 8,4 l/s bzw. 63 % des Fremdwassers langfristig reduzieren.

Tabelle 22: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen

Bezeichnung	Messzeitraum Jan - Juni 2007	2007	reduzierbares Fremdwasser (bezogen auf die KA Meinerzhagen-Valbert)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
Valbert-West	5,3	4,8	4,1	30,6
Valbert-Ost	4,3	3,9	2,7	20,4
Valbert-Mitte	2,7	2,5	0,9	6,8
Vorortschaften/Trenngebiete	2,4	2,2	0,7	5,5
Summe	**14,7**	**13,4**	**8,4**	**63,3**

3.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

3.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser und Abschätzung der Kosten

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation müssen die lokalisierten Fremdwasserquellen im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert möglichst zeitnah beseitigt werden. Mit Hilfe der Stadt Meinerzhagen wurden für die identifizierten Schäden Sanierungsmöglichkeiten und Kosten ermittelt.

Die im Rahmen der Handmessungen, Ortsbegehungen, Kamerabefahrungen und Kanal-Nebelungen im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert gefundenen Schadensbereiche bzw. Fehlanschlüsse sind mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen nachfolgend zusammengestellt und beschrieben. Abschließend folgt in Tabelle 26 eine Übersicht aller geplanten

Gesamtkosten. Die Kosten für die Maßnahmen wurden abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

Mischgebiet Valbert-West

Die drei Hauptfremdwasserquellen in Valbert-West sind die Bereiche Nordhelle, Heidewinkel und Robchestraße. Aufgrund der vielseitigen Problematik des Gebietes Nordhelle wurden seitens der Stadt Meinerzhagen in Zusammenarbeit mit einem Ing.-Büro zwei Lösungskonzepte erarbeitet.

Lösung A (s. Bild 36) sieht die Entflechtung des Baches durch den Neubau eines Kanals DN 200 mit einer Länge von ca. 60 m und den Bau einer Versickerungsrigole im nahe liegenden Waldstück vor. Die Kosten für diese Lösung werden auf rd. 15.000 € brutto geschätzt.

Lösung B (s. Bild 37) sieht ebenfalls die Abkoppelung des Baches vom Schmutzwasserkanal mit Einleitung des Bachwassers in den Seitengraben der Landesstraße L 707 vor. Zur Realisierung müssen 90 m Kanal der Nennweite DN 200 mit entsprechenden Schächten neu gebaut werden. Ferner muss der vorhandene und stillgelegte Kanal DN 400 zwischen Koppenkopf und L 707 genauer untersucht und evtl. saniert werden. Die Investitionen können zurzeit nur grob auf 15.000 € bis 20.000 € brutto geschätzt werden.

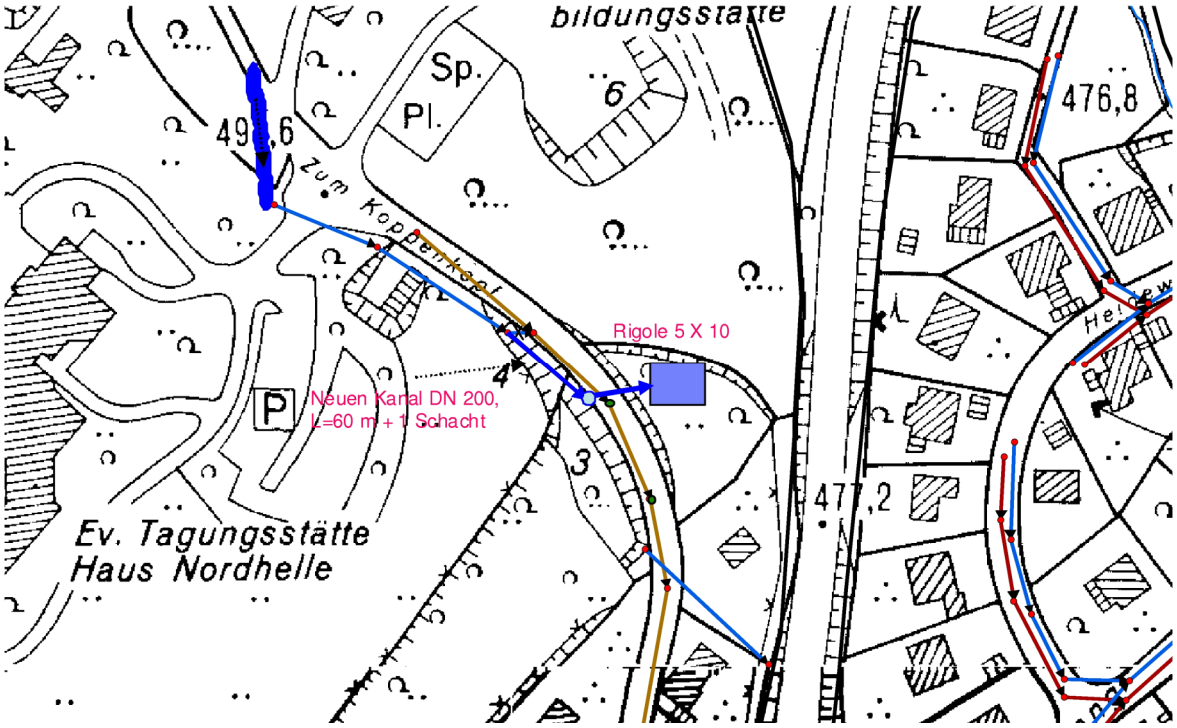


Bild 36: **Sanierungskonzept Nordhelle (Lösung A)**

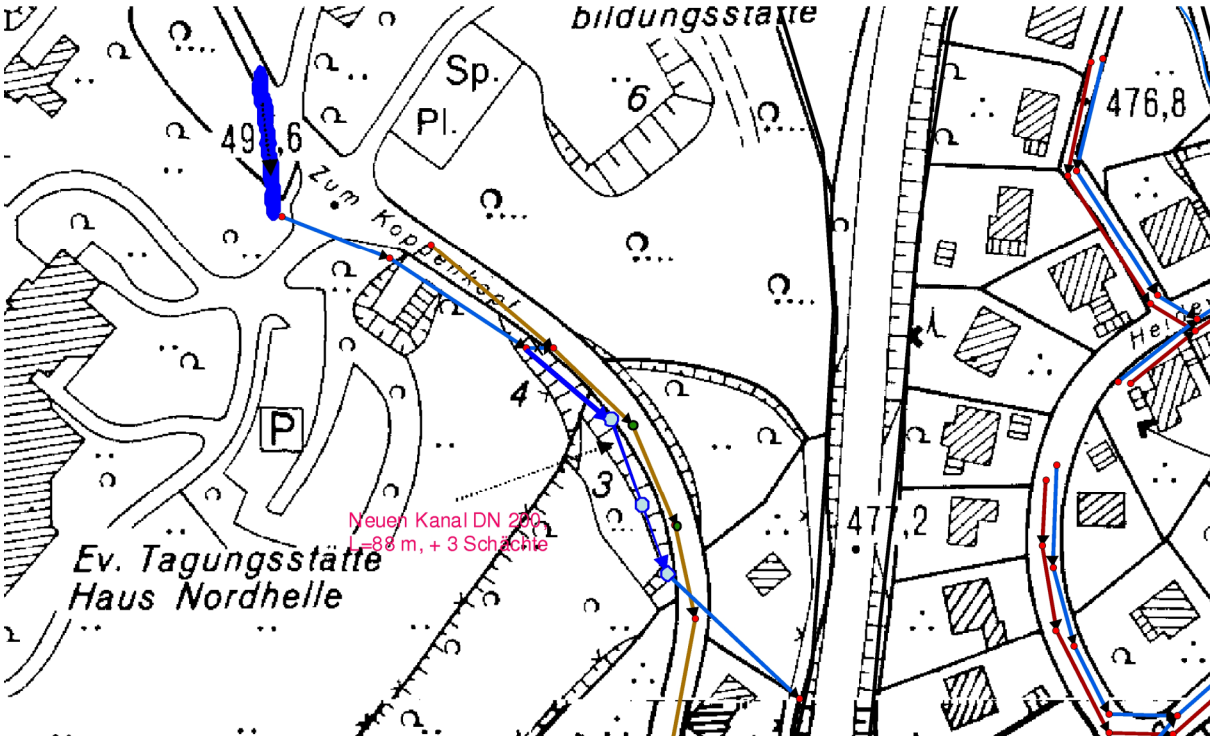


Bild 37: **Sanierungskonzept Nordhelle (Lösung B)**

Im Bereich Heidewinkel müssen vier Hausanschlüsse und drei Schächte saniert werden. Die geschätzten Kosten für die Sanierung im Bereich Heidewinkel betragen 50.000 €.

Die Entlastung aus der Versickerungsanlage im Bereich Robchestraße zwischen Schacht 7214 und Schacht 7209 ist die dritte Fremdwasserquelle in Valbert-West. Auch hier sind noch detailliertere Untersuchungen und die Klärung liegenschaftlicher Fragen erforderlich. Die erste Konzeptplanung der Stadt Meinerzhagen (s. Bild 38) sieht die Umklemmung des Entlastungskanals der Versickerungsanlage an einen neuen Kanal vor. Der neue Kanal DN 250 mit einer Länge von rd. 250 m soll in die Robchestraße verlegt werden und in den Seitengraben der Landesstraße L 539 münden. Die geschätzten Kosten für diese Maßnahme betragen 25.000 € brutto.

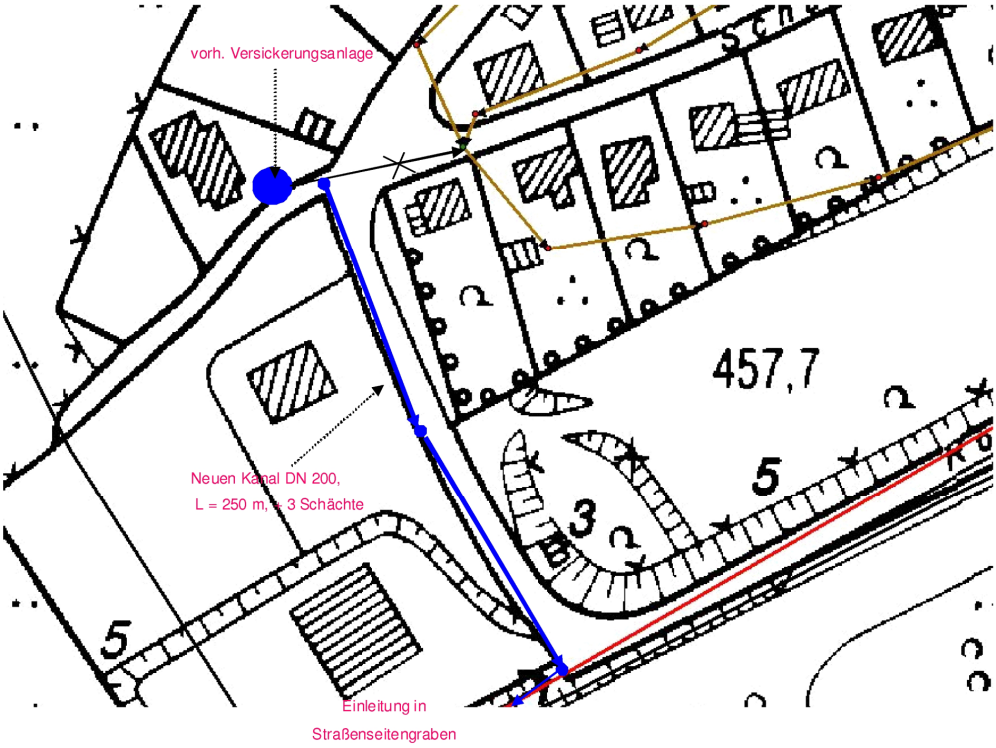


Bild 38: Sanierungskonzept Robchestraße

Die Kosten für die Beseitigungen der Kanalschäden auf einer Haltungslänge von rd. 20 m (DN 200) im Bereich der Straße „Auf der Hardt“ werden auf 10.000 € geschätzt.

Die lokalisierten Schäden und Fehlanschlüsse im Gebiet Valbert-West sind mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen in Tabelle 23 aufgeführt. Die Sanierungskosten wurden von der Stadt Meinerzhagen anhand ihrer Erfahrungen bei der Sanierung des öffentlichen Kanalnetzes abgeschätzt. Insgesamt können die Sanierungskosten für den Fremdwasserschwerpunkt Valbert-West mit 103.000 € brutto abgeschätzt werden.

Tabelle 23: Schäden und geplante Sanierungskosten in Valbert-West

Straße	Sanierungs-konzept	Haltung	Haltungs-länge [m]	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Heidewinkel	Kanal- und Schachtsa-nierung (4 Hausan-schlüsse und 3 Schächte)	7539-7535 7535-7531 7531-7355 7047-7046 4353-7351 7351-7349	27,5 42,7 28,6 37,2 31 30	Undichtigkeit, Rohrver-bindung, eindringendes Wasser Undichtigkeit, rechter Kämpfer, eindringendes Wasser Undichtigkeit, linker Kämpfer, eindringendes Wasser, Schacht un-dicht Muffe undicht, eindrin-gendes Wasser Rohranschluss undicht, eindringendes Wasser	47.500
Auf der Hardt	Kanalsanie-rung	7283-7282	18,8	Undichtigkeit, eindrin-gendes Wasser	10.000
Robchestraße	neuer Ent-lastungskanal für die vorh. Versicke-rungsanlage	-	250	PP-Rohr, DN 250	30.000
Nordhelle	neue Bach-verrohrung	-	88	PP-Rohr, DN 200	15.000
Summe Valbert-West (gerundet)					**103.000**

Mischgebiet Valbert-Mitte

Bis auf den angeschlossenen Dränagekanal im Schacht 7616 in der Ihnestraße handelt es sich in Valbert-Mitte überwiegend um klassische Undichtigkeiten an Schächten, Muffen und Stutzen im Kanalnetz mit nur geringem Beitrag zum Fremdwasserabfluss. Die Abkoppelung des Dränagekanals kann mit geringem Aufwand realisiert werden. Die geschätzten Kosten belaufen sich auf 10.000 €.

Mischgebiet Valbert-Ost

Im Bereich Valbert-Ost wurden zwei Fremdwasserschwerpunkte festgestellt. In der Straße Heidehang wurden drei Wohnhäuser identifiziert, bei denen rd. 200 m^2 Dachfläche an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossen sind. Eine Umklemmung dieser Dachflächen an den vorhandenen Regenwasserkanal ist möglich. Die Kosten für diese Umklemmung werden auf rd. 10.000 € geschätzt.

Ferner wurde eine Reihe undichter Schächte, Schachtanbindungen und nicht fachgerechter Stutzen als Fremdwasserquellen lokalisiert. Eine Kamerabefahrung auf rd. 220 m Haltungslänge zeigte sieben Hausanschlussschäden und undichte Schächte mit erheblichem Fremdwassereintritt. Die Sanierungskosten hierfür werden auf 77.000 € brutto geschätzt.

Der zweite Fremdwasserschwerpunkt in Valbert-Ost ist der rd. 210 m lange Mischwasserkanal (DN 300) in der Straße Wiesengrund. Die Kamerabefahrung zeigt nahezu auf der gesamten Länge Kanal- und Schachtschäden. Eine Reparatur der einzelnen Schäden führt nach erster Kostenschätzung zu höheren Kosten als die Erneuerung des Kanals auf gesamter Länge. Die geschätzten Erneuerungskosten des Kanals betragen rd. 125.000 € brutto.

Die lokalisierten Schäden und Fehlanschlüsse sind mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen in Tabelle 24 aufgeführt. Die Sanierungskosten für den Fremdwasserschwerpunkt Valbert-Ost wurden von der Stadt Meinerzhagen anhand ihrer Erfahrungen mit 213.000 € brutto abgeschätzt.

Tabelle 24: Schäden und geplante Sanierungskosten in Valbert-Ost

Straße	Sanierungs-konzept	Haltung	Haltungs-länge [m]	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Wiesengrund	Kanal- und Schachter-neuerung (DN 300)	7050-7049 7049-7048 7048-7047 7047-7046 7046-7045	50,9 49,2 28,6 37,2 42,8	undichte Rohrverbin-dung, eindringendes Wasser sichtbar	125.000
Heidehang	Kanal- und Schachtsanie-rung (7 Hausan-schlüsse und 3 Schächte)	7339-7341 7341-7343 7343-7345 7345-7360 7360-7363	49,3 48,6 55,2 24,6 41,3	Rohranschluss undicht, Rohrbruch eindringendes Wasser, Schacht undicht Rohranschluss undicht, eindringendes Wasser Rohranschluss undicht, eindringendes Wasser Muffe undicht, eindrin-gendes Wasser Rohranschluss undicht, Rohrbruch, Schacht undicht, eindringendes Wasser	78.000
	Umklemmung von ca. 200 m^2 fehlangeschlossenen Dachflächen			Fehlanschlüsse	10.000
Summe Valbert-Ost (gerundet)					**213.000**

Umliegende trennentwässerte Ortschaften

In den umliegenden trennentwässerten Ortschaften im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert wurden Fehlanschlüsse als Hauptursache für den erhöhten Fremdwasserabfluss identifiziert. Ferner kann auch davon ausgegangen werden, dass höhere Grundwasser-stände in Verbindung mit nicht dichten Schmutzwasserkanälen zu einem erhöhten Fremd-wasserabfluss führen. Die lokalisierten Schäden und Fehlanschlüsse sind mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen für die Vorortschaften in Tabelle 25 aufgeführt. Die Sanierungs-kosten wurden von der Stadt Meinerzhagen anhand ihrer Erfahrungen bei der Sanierung des öffentlichen Kanalnetzes abgeschätzt. Insgesamt können die Sanierungskosten für die Fremdwasserschwerpunkte der umliegenden trennentwässerten Ortschaften von Valbert mit 40.000 € brutto abgeschätzt werden.

In **Rinkscheid und Grotewiese** wurde ein Wohnhaus identifiziert, das mit ca. 80 m^2 Dach-fläche am SW-Kanal angeschlossen ist. Die Umklemmung dieser Fläche an den vorhan-

denen RW-Kanal wird geschätzte 5.000 € verursachen. Ferner wurde in diesem Gebiet ein Wohnhaus festgestellt, das mit einem Dränagekanal an den SW-Kanal angeschlossen ist. Auch die Behebung dieses Fehlanschlusses ist technisch machbar und wird Kosten von ca. 10.000 € verursachen.

In **Mülhofe** wurden durch die Nebelung des SW-Kanals ein Wohnhaus und zwei Gewerbehallen mit insgesamt ca. 350 m^2 Dachfläche ermittelt, die fälschlicherweise am Schmutzwasserkanal angeschlossen sind. Die Umklemmung dieser Dachfläche ist möglich und wird geschätzte Kosten von 15.000 € verursachen.

Im Ortsteil **Spädinghausen** wurde auch im Rahmen der Nebelaktion ein am SW-Kanal fehlangeschlossenes Wohnhaus mit rd. 85 m^2 Dachfläche festgestellt. Die Umklemmung dieser Dachfläche kann mit Kosten von ca. 5.000 € erreicht werden.

In der Ortschaft **Wilkenberg** konnten keinerlei Fehlanschlüsse festgestellt werden. Laut Aussage der Stadt Meinerzhagen und früherer Kamerabefahrungen ist die zurzeit leerstehende Klinik im Wilkenberg mit ihrer Dachfläche bzw. Dränagen am SW-Kanal angeschlossen. Dies wird seitens der Stadt noch überprüft. Zum jetzigen Zeitpunkt können aber keine Angaben bezüglich der Sanierungskosten gemacht werden.

In der Ortschaft **Hösinghausen** wurde ebenfalls ein Wohnhaus festgestellt, das mit ca. 85 m^2 Dachfläche am SW-Kanal angeschlossen ist. Die Behebung dieses Fehlanschlusses wird Kosten von ca. 5.000 € verursachen.

Tabelle 25: Schäden und geplante Sanierungskosten in den Vorortschaften

Bezeichnung	Sanierungskonzept	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Rinkscheid/ Grotewiese	Abkoppelung von Fehlanschlüssen	1 Wohnhaus, ca. 80 m^2 Dachfläche 1 Wohnhaus, Dränage	5.000 10.000
Mülhofe	Abkoppelung von Fehlanschlüssen	1 Wohnhaus, ca. 60 m^2 Dachfläche 2 Gewerbehallen, ca. 290 m^2 Dachfläche	5.000 10.000
Spädinghausen	Abkoppelung von Fehlanschlüssen	1 Wohnhaus, ca. 85 m^2 Dachfläche	5.000
Wilkenberg	Abkoppelung von Fehlanschlüssen	Klinik, jedoch erst nach weitergehenden Untersuchungen	k.A.
Hösinghausen	Abkoppelung von Fehlanschlüssen	1 Wohnhaus, ca. 85 m^2 Dachfläche	5.000
Summe Vorortschaften (Trenngebiete)			**40.000**

Tabelle 26: Zusammenstellung aller Sanierungskosten im EZG der KA Meinerzhagen-Valbert

TEZG	Sanierungskosten [€] brutto		
	öffentliche Kanäle	private Leitungen	Summe
Valbert-West	33.000	70.000	103.000
Valbert-Mitte	10.000	-	10.000
Valbert-Ost	133.000	80.000	213.000
TS Rinkscheid/Grotewiese	-	15.000	15.000
TS Mülhofe	-	15.000	15.000
TS Spädinghausen	-	5.000	5.000
TS Hösinghausen	-	5.000	5.000
Summe	**176.000**	**190.000**	**366.000**

3.3.2 Alternative Maßnahmenkonzepte

Neben den Sanierungsmaßnahmen im Kanalnetz können alternative Maßnahmen beim Betrieb der Regenbecken die Mischwasseremissionen kurzfristig reduzieren.

Durch eine nachhaltige Verringerung des Fremdwassers, vor allem in den Mischgebieten Valbert-Ost und Valbert-West, kann eine Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Situation erzielt werden. Die Entlastungshäufigkeit am RÜB Valbert und die Pumpkosten könnten vermindert werden.

Im Rahmen der im Anschluss an das Untersuchungsvorhaben durchzuführenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) werden detaillierte modelltechnische Betrachtungen zu den möglichen alternativen Maßnahmenkonzepten vorgenommen.

3.4 Bewertung

3.4.1 Ermittlung des Nutzwertes der Sanierungsmaßnahmen bzw. Fremdwasserschwerpunkte (Nutzwertanalyse)

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetz- und Kläranlagenemissionen sowie auf die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Orte bzw. Fremdwasserschwerpunkte beurteilt.

Da im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert die Fremdwassereintritte verschiedene Ursachen haben und somit die Wichtung und Beurteilung der Nachhaltigkeit der Sanierung sehr unterschiedlich sind, ergeben sich insgesamt vier Bewertungsmatrizes, die im Anhang C dokumentiert sind. In Tabelle 27 und Bild 39 sind die Ergebnisse der Nutzwertermittlung tabellarisch und grafisch zusammengestellt. Von den trennentwässerten Ortschaften wurde nur das Einzugsgebiet des Pumpwerks Grotewiese als Summe der Messstellen Mst_01 Rinkscheid/Grotewiese und Mst_02 Mühlhofe bewertet.

Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Tabelle 27: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche

Rang	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
		Abwasser-abgabenrelevanz	Fremdwasser-reduzierung	Kanalnetz-emissionen	Kläranlagen-emissionen	Immissions-situation	**Summe**
1	Valbert-West	120	34	18	30	6	**208**
2	Valbert-Ost	90	38	25	20	6	**179**
3	EZG PW Grotewiese	0	31	108	0	6	**145**
4	Valbert-Mitte	30	27	19	0	6	**82**

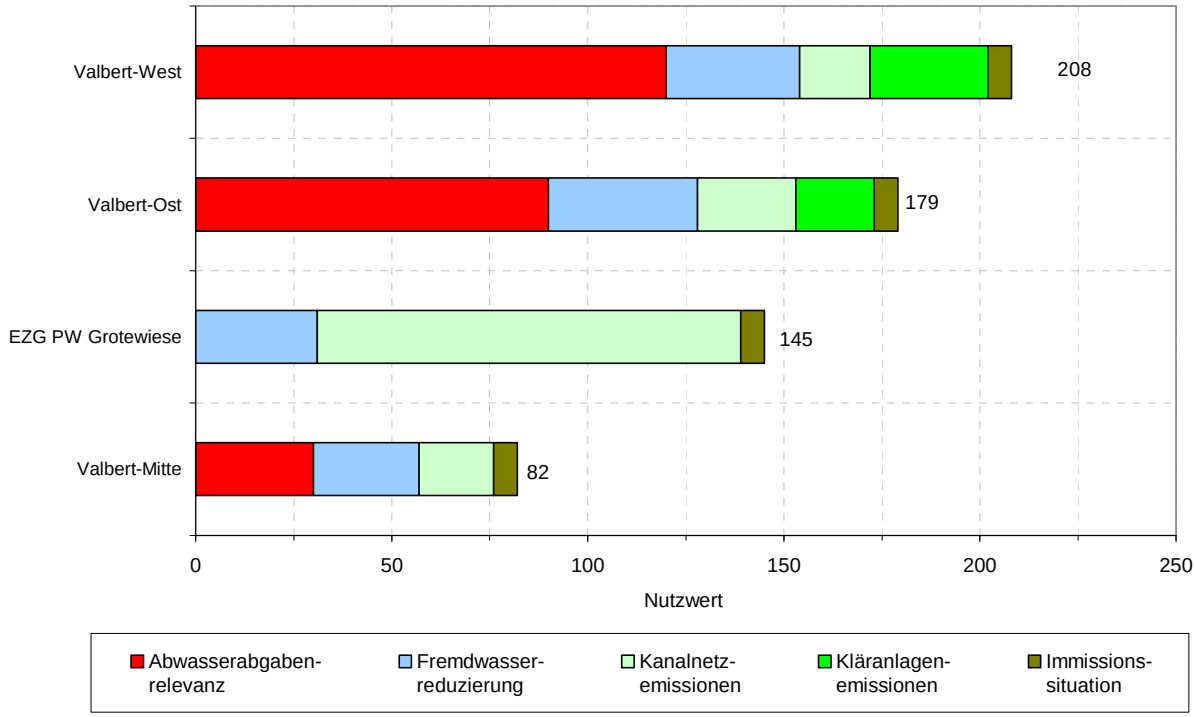


Bild 39: Zusammenstellung der Nutzwerte

Insgesamt ergibt sich für die vier bewerteten Fremdwasserschwerpunkte eine klare Rangfolge der Nutzwerte. Das Teileinzugsgebiet Valbert-West erzielt mit den geplanten Maßnahmen mit 208 Punkten den höchsten Nutzwert, gefolgt von Valbert-Ost mit 179 Punkten. Die beiden Trennsysteme der Messstellen Mst_01 und Mst_02, die durch das Pumpwerk Grotewiese erfasst werden, erzielen 145 Punkte in der Nutzwertanalyse. Den Schluss bildet das Teileinzugsgebiet Valbert-Mitte mit lediglich 82 Punkten.

Für das Kriterium „Kanalnetzemissionen“ beschränkt sich die Bewertung auf den Verhältniswert nach A 128 vom erforderlichen zum vorhandenen Beckenvolumen und die jährliche Entlastungsdauer. Da das vorhandene Volumen aus heutiger Sicht größer als das benötigte Volumen ist, kann mit minimaler Verringerung des Verhältnisses vom erforderlichen zum vorhandenen Volumen kein Nutzwert erzielt werden. Über etwaige CSB-Reduktionen ohne Kalibrierungsberechnungen im Gesamteinzugsgebiet können kaum Aussagen gemacht werden. Daher wurde eine Verringerung der CSB-Entlastungen abgeschätzt, weil das dem Einzugsgebiet angegliederte RÜB verhältnismäßig lange Entlastungsperioden aufweist und diese aller Wahrscheinlichkeit nach mit der Verringerung des Fremdwasserzuflusses zurückgehen werden.

Bei der Bewertung der Immissionssituation im Einzugsgebiet der KA Meinerzhagen-Valbert hat die Reduktion des Fremdwassers eine untergeordnete Bedeutung. Zum einen ist die Ihne ein relativ leistungsstarkes Gewässer, welches die entlasteten Niederschlagswässer aufnimmt, zum anderen liegen über die kleineren Gewässer nur sehr wenige Daten vor. Eine Abschätzung, ob durch die Fremdwasserreduzierung eine Verbesserung der Gewässergüteklasse erzielt werden kann, ist nicht möglich.

Ausschlaggebend für den Nutzwert sind daher vor allem die Bewertungsbereiche Abwasserabgabenrelevanz und Fremdwasserreduzierung. Die Summe aller Fremdwasserreduzierungen mindert den Fremdwasseranteil deutlich unter 50 % und hat damit eine direkte Auswirkung auf die Abwasserabgabe. Bei der Bewertung der absoluten Reduzierung des Fremdwasseranfalls spielt neben der absoluten Menge der Fremdwasserreduzierung auch die Art der Ermittlung des spezifischen Fremdwasseranfalls eine Rolle. Der auf Sammlerstrecken bezogene spezifische Fremdwasseranfall spielt im vorliegenden Fall keine Rolle, weil keine längeren Sammlerstrecken ohne flächenhafte Anschlüsse zur Sanierung anstehen bzw. keine Sammlerstrecken mit Schäden angetroffen worden sind.

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers in allen Teilgebieten eine geringfügige Verbesserung der Reinigungsleistung zwischen 1 bis 2 % erzielt werden. Basis war hierbei die Eliminationsleistung von 2007, die beim CSB bei 89 %, beim N_{ges} bei 52 % und beim P_{ges} bei 87 % lag.

Den höchsten Gesamtnutzwert haben die Sanierungsmaßnahmen in Valbert-Ost und -West, die auch als Fremdwasserschwerpunkte erkannt worden sind. Die Sanierungsmaßnahmen in den verbleibenden Teilgebieten Valbert-Mitte und EZG PW Grotewiese erhalten mittelmäßige Nutzwerte, da hier im Vergleich zu den beiden Schwerpunkten weniger Fremdwasser anfällt und auch nur kleinere Schadstellen gefunden worden sind.

3.4.2 Abschätzung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Werden die Nutzwerte der Fremdwasserschwerpunktgebiete und die jeweiligen Sanierungskosten ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich die in der Tabelle 28 aufgeführte Rangfolge der Fremdwasserschwerpunktgebiete.

Tabelle 28: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Rang	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	EZG PW Grotewiese (Mst_01 und Mst_02)	145	10.000 €	**14,50**
2	Valbert-Mitte (Mst_08)	82	15.000 €	**5,47**
3	Valbert-West (Mst_09)	208	103.000 €	**2,02**
4	Valbert-Ost (Mst_07)	179	213.000 €	**0,84**

Hier ergeben sich etwas andere Prioritäten als bei der alleinigen Betrachtung der Nutzwerte. Die an erster und zweiter Stelle stehenden Maßnahmen in den Fremdwasserschwerpunktgebieten EZG PW Grotewiese und Valbert-Mitte weisen sowohl verhältnismäßig geringe Kosten als auch nur eine geringe Fremdwasserreduktion in Höhe von 0,4 l/s bzw. 1,0 l/s auf.

Die beiden Schwerpunkte Valbert-West und Valbert-Ost liegen bei der Priorisierung aufgrund der relativ gesehen hohen Kosten am Ende des Nutzwert-Kosten-Rankings, obwohl nach Sanierung dieser Bereiche sowohl das RÜB als auch die Kläranlage messbar von Fremdwasser entlastet werden. Die erreichbare Fremdwasserreduktion liegt hier bei 4,5 l/s bzw. 3,0 l/s.

Zusammenfassend sind in Bild 40 die in der Nutzwert-Kosten-Analyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in rot dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete in Meinerzhagen-Valbert, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden.

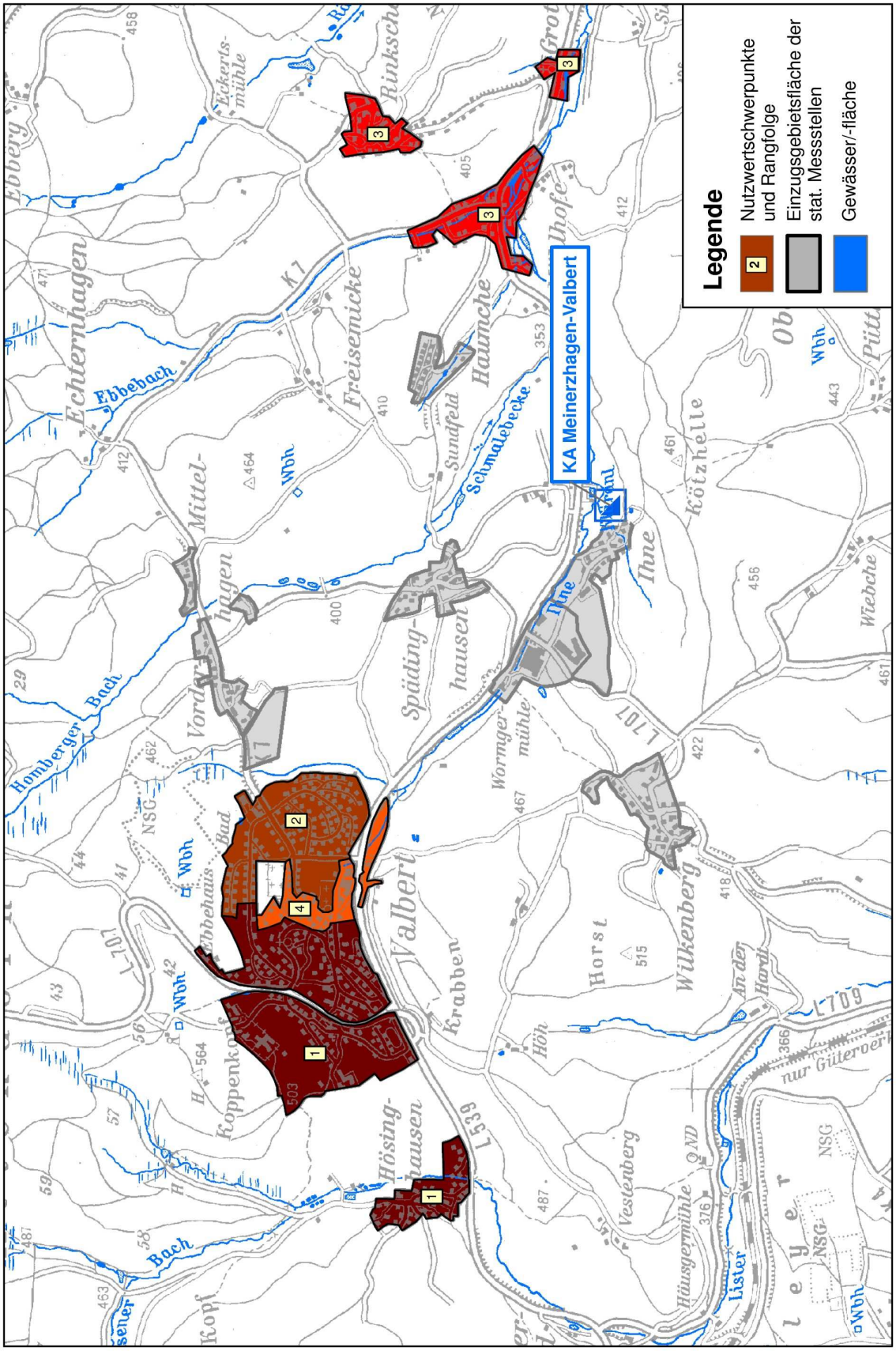


Bild 40: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

4 Kläranlagen im Stadtgebiet von Schmallenberg

4.1 Untersuchungsgebiete

Schmallenberg liegt im Rothaargebirge an der Lenne zwischen dem Naturpark Ebbegebirge im Südwesten, dem Naturpark Homert im Nordwesten, dem Naturpark Arnsberger Wald im Norden und dem Naturpark Diemelsee im Nordosten. Die Lage der Stadt Schmallenberg im südlichen Hochsauerland ist durch meist bewaldete Höhen und von Wasserläufen durchflossenen Wiesentälern geprägt. Mit 303 km² ist Schmallenberg eine der flächengrößten Städte Deutschlands und die flächengrößte kreisangehörige Stadt Nordrhein-Westfalens [45].

Das Untersuchungsvorhaben umfasst im Stadtgebiet von Schmallenberg die Einzugsgebiete der Kläranlagen Schmallenberg, Bracht, Holthausen, Nordenau, Westfeld und Wormbach. Sämtliche Kläranlagen befinden sich im Stadtgebiet der Stadt Schmallenberg und gehören dem Hochsauerlandkreis an. Die Lage der einzelnen Kläranlageneinzugsgebiete ist in Bild 41 dargestellt.

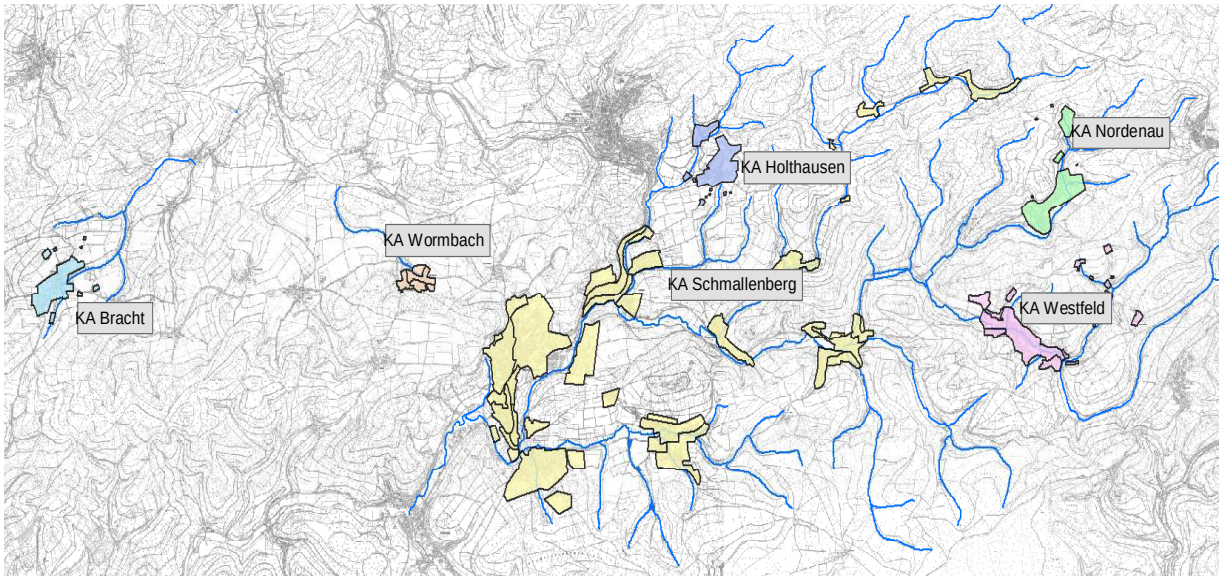


Bild 41: Untersuchungsgebiete im Stadtgebiet von Schmallenberg

4.2 Hydrologie

In Schmallenberg herrscht typisches Mittelgebirgsklima (329 – 831 m ü.NN). Das Klima wird durch den im Rothaargebirge vorherrschenden Übergangsbereich zwischen dem ozeanischen und dem kontinentalen Klima geprägt. Die Sommer sind trocken-warm mit Spitzenwerten von über 35 ℃, teils aber auch feucht-kühl. In einer der schneereichsten Regionen

Nordrhein-Westfalens wurden im Winter teils Tiefstwerte von unter -20 ℃ gemessen. Die Durchschnittstemperatur lag in den Jahren 1971 bis 2000 im Jahresmittel bei 7,7 ℃. Die Jahresniederschlagssumme lag im gleichen Zeitraum bei 1.181 mm [45]. Damit zählt das Untersuchungsgebiet zu einem niederschlagsreichen Gebiet in Nordrhein-Westfalen.

Tabelle 29 zeigt den Vergleich der monatlichen Niederschläge der langjährigen Statistik der relevanten Niederschlagsschreiber des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Stadtgebiet von Schmallenberg.

Tabelle 29: Monatliche mittlere Niederschlagshöhen des DWD über die Jahre 1961 – 1990 im Bereich des Stadtgebietes Schmallenberg

Monat	N [mm] an den DWD-Stationen			
	Schmallenberg-Bödefeld	Schmallenberg-Fleckenberg	Schmallenberg-Sellinghausen	Mittelwert
Januar	88,8	117,0	90,3	98,7
Februar	63,3	83,7	64,7	70,6
März	84,5	99,4	75,8	86,6
April	74,1	81,1	67,5	74,2
Mai	87,6	84,4	82,0	84,7
Juni	94,3	95,9	86,3	92,2
Juli	105,0	97,4	102,9	101,8
August	84,5	83,3	80,3	82,7
September	76,4	79,2	70,7	75,4
Oktober	73,9	82,6	72,3	76,3
November	92,4	110,6	90,5	97,8
Dezember	108,9	127,7	103,4	113,3
Summe	**1.034**	**1.142**	**987**	**1.054**

In Bild 42 sind die monatlichen Lufttemperaturen der Klimastation Winkhausen (Mst_54) dem langjährigen Monatsmittel der Station Siegen (1961 – 1990) gegenübergestellt. Demnach waren der Dezember 2006 und die Monate Januar bis März 2007 im Vergleich zum langjährigen Klimamittel meist um 4 bis 6 ℃ wärmer. Am 18. Januar führte der Orkan „Kyrill“ sehr milde Luft heran, sodass an den nachfolgenden Tagen die wärmsten Temperaturen im Januar gemessen wurden. Bis auf eine längere Kälteperiode zwischen dem 23. und 27. Januar mit Werten um -6 ℃ wurden lediglich vereinz elt einige Tage mit Nachtfrost registriert. Lang anhaltende Perioden mit Bodenfrost wurden während dieser Messkampagne nicht aufgezeichnet.

Die zahlreichen Sonnenstunden im März sorgten für einen frühen Vegetationsschub. Der April war der trockenste, sonnigste April seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Auch der Juni und Mai waren erneut wärmer als das langjährige Mittel [44].

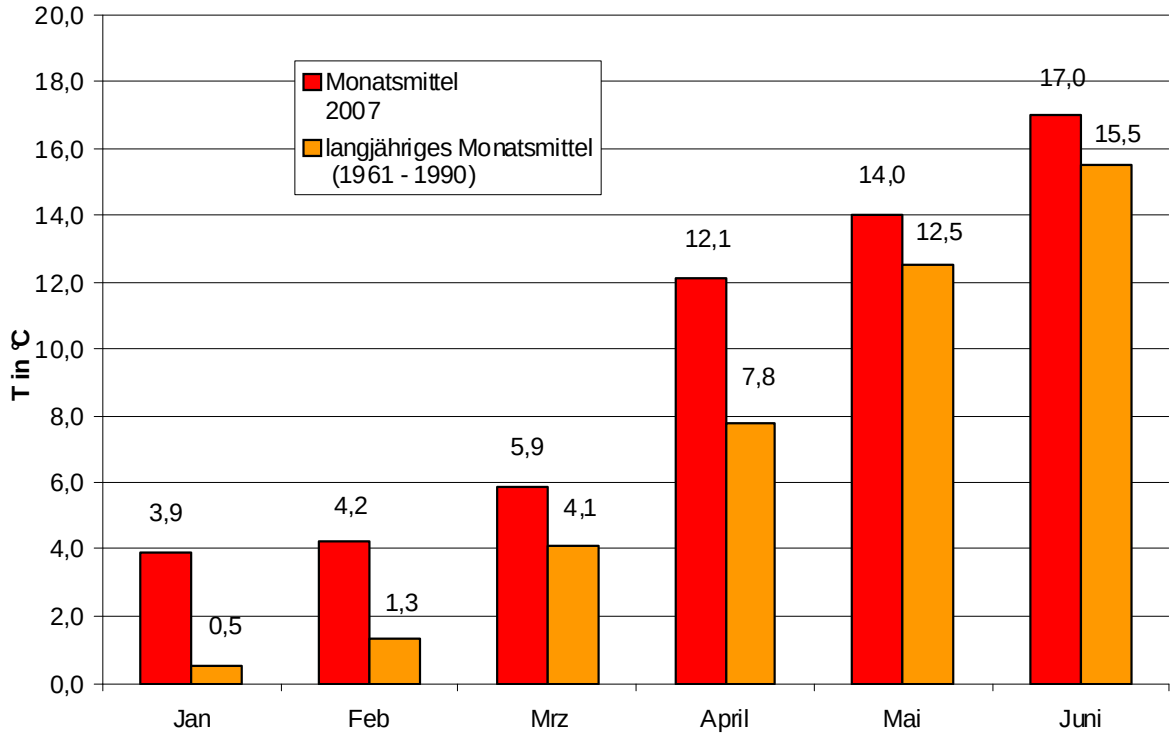


Bild 42: Monatliche Lufttemperaturen des Jahres 2007 in Winkhausen (Mst_54) und langjähriges Monatsmittel der Station Siegen (1961 – 1990)

Insbesondere die Plusgrade in den Monaten Januar und Februar haben zu nur geringem Schneefall und Frost in den betroffenen Lagen des Sauerlandes geführt. Aufgrund dessen sind ausgeprägte Schneeschmelzen mit einem charakteristischen Einfluss auf den Fremdwasserabfluss ausgeblieben. In Bild 43 ist dieser Zusammenhang am Beispiel der Klimastation in Schmallenberg-Winkhausen veranschaulicht.

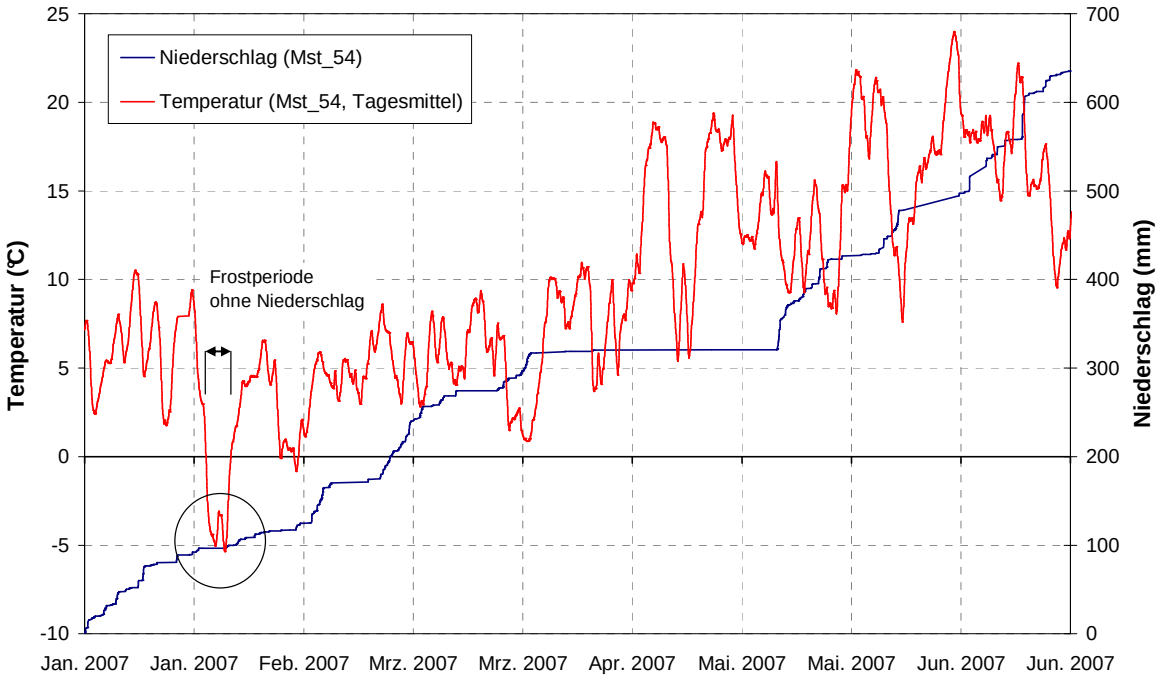


Bild 43: Frostperioden in den Einzugsgebieten der Schmallenberger Kläranlagen im Jahr 2007

4.3 Hydrogeologie

Bei dem Untersuchungsgebiet Schmallenberg handelt es sich um eine typische Mittelgebirgsregion, die großflächig von Wald bedeckt ist und deren Gewässer sich z. T. tief in die Landschaft eingeschnitten haben. Große Bereiche des Gebietes weisen aufgrund der wenig sickerfähigen Ton- und Schluffböden eine mäßig bis geringe oder geringe bis sehr geringe Durchlässigkeit auf. Aus diesem Grund fließen der Lenne große Anteile des Niederschlages direkt zu.

Die im Stadtgebiet Schmallenberg zutage tretenden Festgesteine bestehen aus Ton-, Schluff- und Sandsteinen. Eiszeitliche Lockergesteine bedecken vor allem in den Tälern, zum Teil auch auf den Rothaarhöhen, die Festgesteine. Im Bereich von Schmallenberg überwiegen Gesteine ohne nennenswerte Grundwasserführung. Besonders grundwasserarm sind die Ton- und Schluffsteine, mäßig wasserführend die übrigen Festgesteine.

Aus dem schluffig-lehmigen Lockergestein bildete sich im Stadtgebiet Braunerde als vorherrschender Bodentyp (bspw. in Schmallenberg-Bracht), der in Kuppen- und Hanglage flach- bis mittelgründig entwickelt ist und forstlich oder als Grünland genutzt wird. In Mulden und an Unterhängen liegt tiefgründige Braunerde vor, die Ackerbau erlaubt. Wo Sandstein, Kieselschiefer oder Keratophyr den Untergrund bilden, entwickelte sich zum Teil Podsol-

Braunerde aus stark sandigem Lehm bis lehmigem Sand, kleinflächig auch Podsol. Diese Bodentypen haben gemein, dass Sickerwasser vertikal abfließt und sie hinsichtlich des Fremdwassereinflusses eher unbedeutend sind.

Nur stellenweise kam es durch den Stau von Sickerwasser auf schlecht durchlässigem Untergrund zur Bildung von Staunässeböden (Pseudogley). Hier dominieren noch die Eigenschaften der Braunerde, die sich durch eine starke Vernässung zu Pseudogleyen entwickelt und zu deren Eigenschaften tendiert. In Bracht bspw. ist die Pseudogley-Braunerde bis zu einer Tiefe von 2 m u. GOK zu finden. Die Vernässung tritt hier als schwache Hangstaunässe auf. Typische Pseudogleye sind aber auch rund um die Schützenhalle und die KA Bracht mit einer Mächtigkeit von 1 m u. GOK zu finden.

In den Bachtälern liegt unter Grundwassereinfluss entstandener Gley vor [16]. Gleye werden durch einen hohen und schwankenden Grundwasserspiegel beeinflusst. Besonders in den Winter- und Frühjahrsmonaten neigen sie zu Vernässungen und bieten somit ein Infiltrationspotenzial bei defekten Kanalhaltungen.

In Grafschaft bspw. liegt der von Stauwasser geprägte Pseudogley–Kolluvium an den Hängen mit schwacher Vernässung vor [17]. Hangstaunässe beeinflusst den Fremdwasserabfluss im Kanalnetz dahingehend, dass Infiltrationen durch Undichtigkeiten im öffentlichen oder auch im privaten Kanal auftreten können. Häufig wird das Hangwasser auf Grundstücken in dieser Lage mittels Dränagen gesammelt und in die Kanalisation geleitet.

4.4 KA Schmallenberg

4.4.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

4.4.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Das an die KA Schmallenberg angeschlossene Einzugsgebiet der Kernstadt Schmallenberg erstreckt sich entlang der Lenne (s. Bild 44). Im Norden befinden sich die ländlich geprägten Ortsteile Oberkirchen, Winkhausen, Gleidorf und das Sorpetal mit den Ortschaften Nieder-, Mittel-, Obersorpe sowie Rehsiepen. Im Südosten der Kernstadt liegt ca. 3 km entfernt der Ortsteil Grafschaft. Das Zentrum Schmallenbergs weist einen städtischen Charakter auf. Hier sind die meisten Gewerbebetriebe angesiedelt. Die Abwässer aus den entlegenen Ortsteilen werden über lange Sammlerstrecken in den Gewässerauen zur Kläranlage transportiert. Das Stadtgebiet der Stadt Schmallenberg liegt auf einer Höhe von 329 - 831 m ü.NN [45].

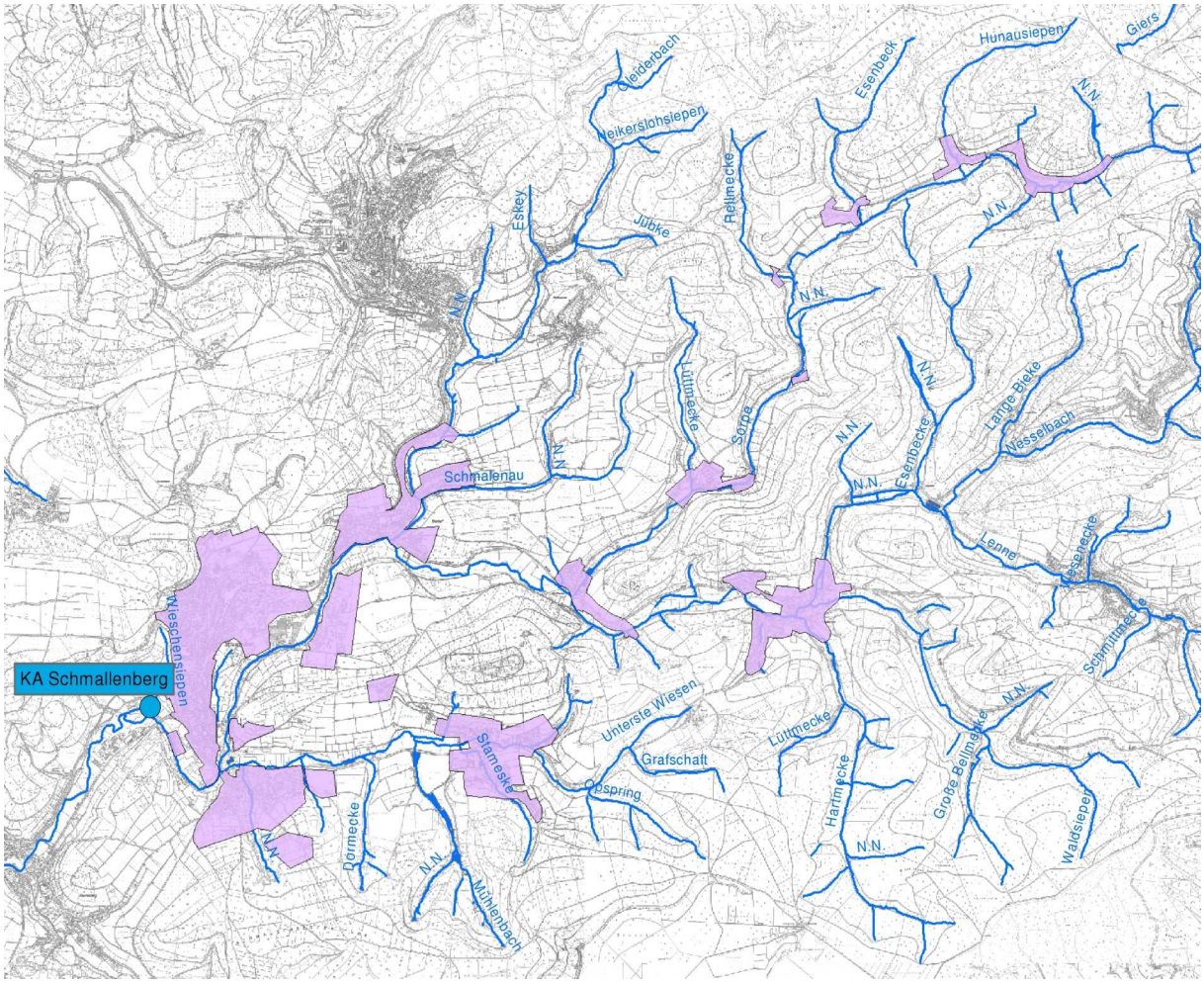


Bild 44: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg

4.4.1.2 Siedlungsentwässerung

4.4.1.2.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg weist eine kanalisierte Fläche von rd. 567 ha auf. Der befestigte Anteil beträgt rd. 153 ha der Gesamtfläche und entspricht einem durchschnittlichen Befestigungsgrad von 27 %. Das vorherrschende Entwässerungsverfahren ist die Mischentwässerung mit 67 %. Die verbleibenden 33 % fallen der Trennentwässerung zu.

Zur Erhebung der Abwassergebühr wird derzeitig noch der Frischwasserverbrauchsmaßstab angewandt.

4.4.1.2.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der KA Schmallenberg für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet. Dazu wurden die fünf ortsnahen Niederschlagsmessstationen Schmallenberg-Sellinghausen, Winterberg-Altastenberg, Schmallenberg-Holthausen, Schmallenberg-Kläranlage und Eslohe herangezogen.

In Bild 45 sind der Trockenwetterabfluss als Mittel über den Auswertezeitraum ($Q_{T,aM}$), der Jahresniederschlag (h_{NA}) und der Fremdwasserabfluss als Jahresmittel ($Q_{F,aM}$) nach der Jahresschmutzwassermethode (JSWM) dargestellt.

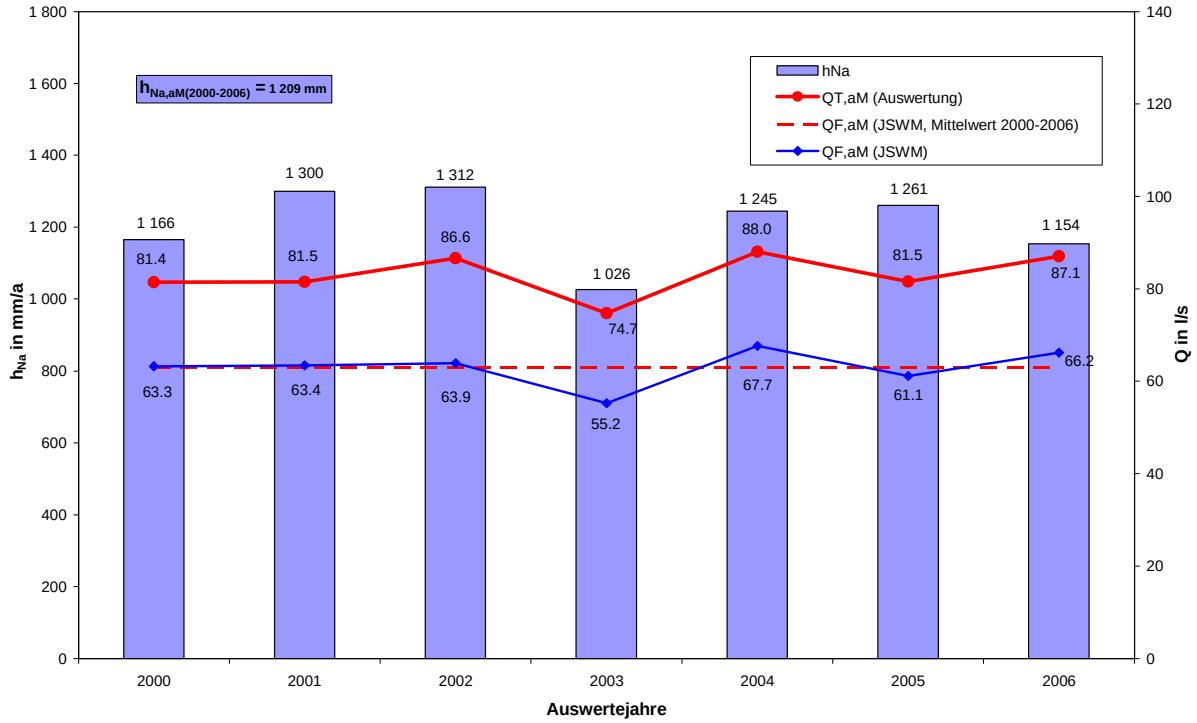


Bild 45: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg mit Jahresniederschlagshöhen für 2000 bis 2006

Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 74,7 l/s und 88,0 l/s und liegt i. M. bei 83 l/s. Es lässt sich eine Abhängigkeit vom Niederschlag erkennen, da die Abflusswerte gerade im regenreichen Jahr 2002 relativ stark ansteigen und im niederschlagsarmen Jahr 2003 stark abfallen.

Die Schwankungen des Trockenwetterabflusses resultieren ausschließlich aus dem Fremdwasseranfall, da der Schmutzwasseranfall in dem ausgewerteten Zeitraum nahezu konstant geblieben ist.

Zur Analyse der jahreszeitlichen Variabilität des Fremdwasserabflusses wurde in den nachfolgenden Abbildungen der Jahresgang des Fremdwassers als gleitendes 21-d Minimum für ein nasses Jahr (s. Bild 46) dem für ein trockenes Jahr (s. Bild 47) gegenübergestellt. Neben dem Jahresmittel des Fremdwasserabflusses $Q_{F,aM}$ aus der Jahresschmutzwassermethode wurden für das 21-d gleitende Minimum charakteristische Kurvenverläufe dargestellt. Die Auswertemethoden zur Ermittlung des Fremdwasseranfalles sind im Kapitel 2.2 beschrieben.

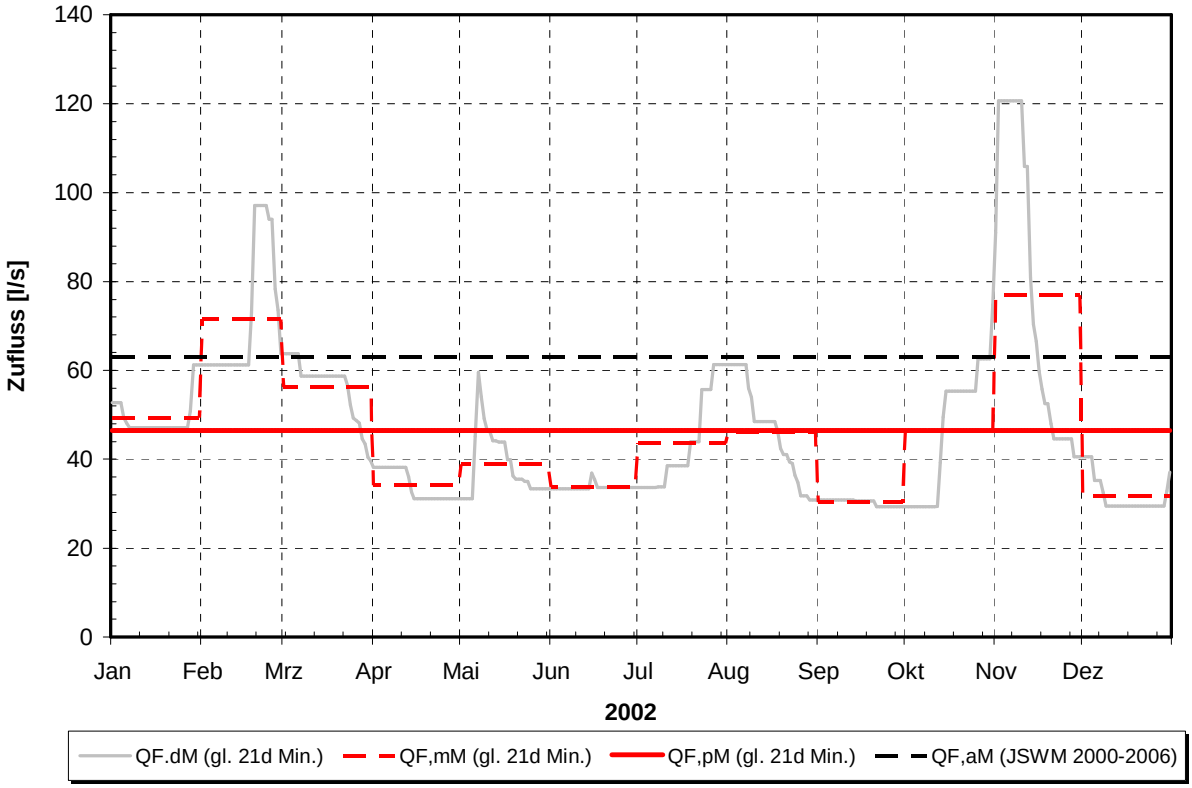


Bild 46: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.312 mm

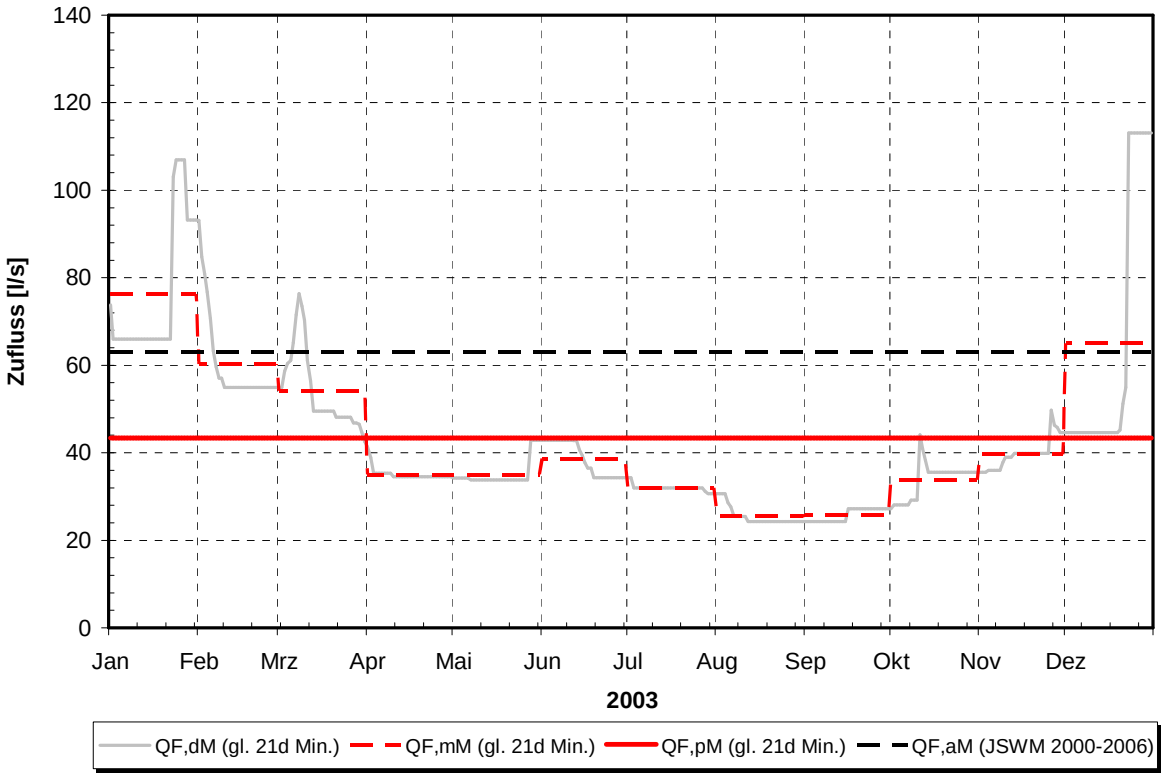


Bild 47: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1026 mm

Aus den Diagrammen wird deutlich, dass in den Wintermonaten höhere Abflüsse zu verzeichnen sind als in den Sommermonaten. Auffällig ist in dem Einzugsgebiet der KA Schmallenberg, dass die Maxima und Minima des monatlichen gleitenden Minimums ($Q_{F,mM}$) in einem nassen und in einem trockenen Jahr nicht wesentlich voneinander abweichen.

Dieses Phänomen tritt vor allem in fremdwasserbelasteten Einzugsgebieten auf und ist meist auf die Infiltration von Grundwasser, das aufgrund der hydrologischen Randbedingungen im Winter in der Regel erheblich höher als im Sommer ansteht, in die Kanalisation zurückzuführen. Die Ergebnisse der einzelnen Auswertungen sind als Mittelwerte der Jahre 2000 bis 2006 in Tabelle 30 zusammengefasst.

Tabelle 30: Zusammenstellung der maßgeblichen Abflusskenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006)

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwert
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.209
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	2.616.676
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	83
Einwohner	E	E	10.362
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	145
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	17,4
Gewerblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	2,6
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	20,0
Einwohnerspez. Trockenwetterabfluss	$q_{T,aM}$	l/(E · d)	692
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	63,0
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Min.)	$Q_{F,aM}$	l/s	48,8
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	$q_{F,aM}$	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,38
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	316

Die Kläranlage ist auf einen maximalen Abfluss von 200 l/s ausgelegt. Eine Bewertung der Fremdwassersituation erfolgte u. a. auf Basis des mittleren Trockenwetterabflusses bezogen auf die angeschlossenen Einwohner. Dieser spezifische Schmutzwasseranfall beträgt für die Jahre 2000 bis 2006 durchschnittlich 692 l/(E · d). Auch die Fremdwasserabflussspende gibt einen Anhalt über die Höhe des Fremdwasseranfalls. Diese setzt sich zusammen aus dem Fremdwasserabfluss, ermittelt nach der Jahresschmutzwassermenge bezogen auf die gesamte befestigte Fläche im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg, und liegt mit 0,38 l/(s · $ha_{AE,b}$) deutlich über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 [3] mitgeführten Wert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$). Der aus der Jahresschmutzwassermenge ermittelte und auf den Schmutzwasserabfluss bezogene Fremdwasserzuschlag beträgt 316 %.

Reinigungsleistung der Kläranlage

Die KA Schmallenberg ist für eine Anschlussgröße von 15.000 EW ausgebaut, sodass sie der Größenklasse 4 entspricht. Die Bewertung der Reinigungsleistung der KA Schmallenberg basiert auf der Analyse der Zulauf- und Ablaufuntersuchungen. In Tabelle 31 sind die ausgewerteten Ergebnisse der Zulaufuntersuchungen für die Jahre 2000 bis 2006 zusammengefasst.

Tabelle 31: Zulaufkonzentrationen der KA Schmallenberg über die Jahre 2000 bis 2006

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall [11]
CSB	206	262	< 400 mg/l
TKN	17,4	19,5	< 35 mg/l
P_{ges}	3,2	3,9	< 6 mg/l

Geringe Konzentrationen im Zulauf zur Kläranlage sind ein Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ > 100 %) [11]. Auf der KA Schmallenberg liegt eine auffällige Verdünnung der Zulaufkonzentrationen vor. Die Mittelwerte und auch die 85-Perzentile liegen für die Parameter CSB, TKN und P_{ges} unter der Indikatorgrenze.

In Tabelle 32 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Schmallenberg (Größenklasse 4) für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 ℃) und P_{ges} zusammengestellt.

Tabelle 32: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg im Jahr 2007

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination [%]
CSB	87
N_{ges} (≥12 ℃)	62
P_{ges}	74

Auf der KA Schmallenberg können die Kohlenstoffelimination mit 87 % und die Phosphorelimination mit 74 % als gut eingestuft werden. Anders stellt sich die Elimination von Stickstoff dar. Der Wirkungsgrad liegt hier i. M. bei lediglich 62 %.

4.4.1.2.3 Kanalnetz

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Zur Festlegung der Messstellen lag ein analoges Kanalkataster des Einzugsgebietes der KA Schmallenberg vor.

Einstau- und Entlastungssituation der Regenbecken

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg sind zwei Niederschlagsbehandlungsanlagen vorhanden. Aus den vorliegenden Wasserstandsdaten sind mittlere jährliche Einstau- und Ent-

lastungsdauern des RÜB/SK Kläranlage und des SK Lake II ermittelt worden. Diese sind in Bild 48 dargestellt.

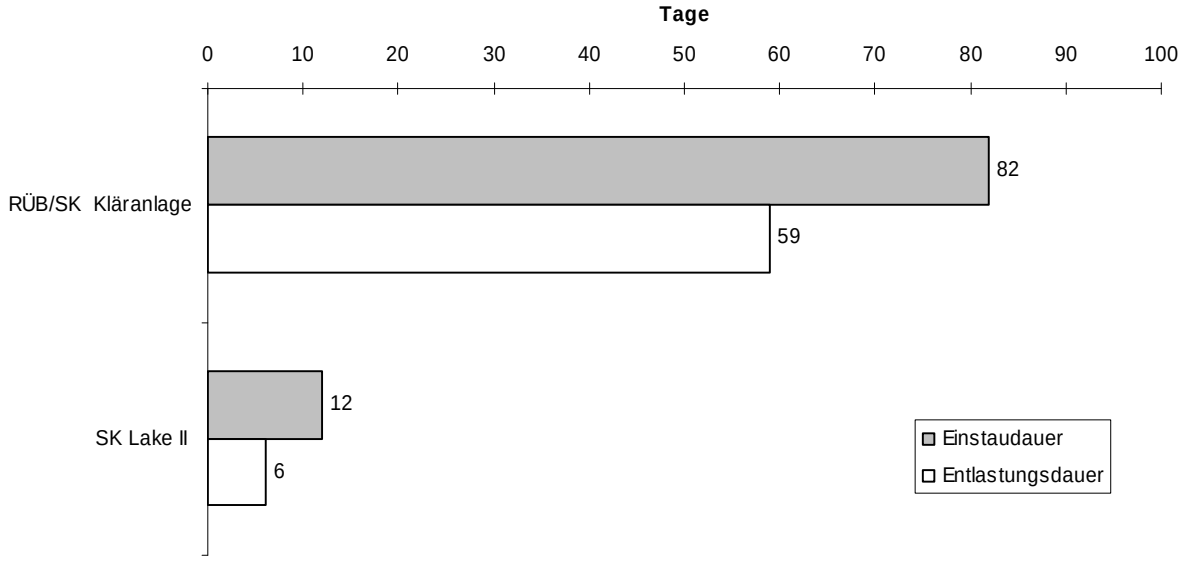


Bild 48: Mittlere jährliche Einstaudauern der Regenbecken im Zeitraum 1996 - 2006

Das Datenkollektiv des SK Lake II variiert aufgrund geringerer Laufzeiten der Messgeräte und einiger Messdatenausfälle um rd. 25 % von dem des RÜB/SK Kläranlage. Es lagen 2029 Messtage am SK Lake II und 2.765 Messtage am RÜB/SK Kläranlage vor.

Die Auswertung der Höhenstände zeigt insgesamt ein inhomogenes Nutzungs- und Entlastungsverhalten. Der SK Lake II kann als eher unauffällig eingestuft werden, wohingegen das RÜB/SK Kläranlage rd. ein Viertel des Jahres eingestaut ist und an rd. 20 % der Tage eines Jahres entlastet.

4.4.1.2.4 Immissionssituation der Gewässer

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg liegen die Gewässer Lenne, Sorpe, Grafschaft und Gleierbach, welche die Entlastungswassermengen der vorgenannten Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle sowie die Einleitungen aus Regenüberläufen und Regenwasserkanälen aufnehmen. Weitere kleinere Gewässer sind die Hartmecke, Waldsiepen, Lüttmecke, Rellmecke, Esenbeck, Hunausiepen, Wieschensiepen, Dornecke, Mühlenbach, Stameske und die Baßmeske, welche vornehmlich durch Einleitungen aus Regenwasserkanälen beaufschlagt werden.

Die Immissionssituation der Fließgewässer wurde mit Hilfe des aktuellen Ruhrgüteberichtes [39] abgeschätzt, in dem neben den Hauptgewässern nur einige größere Nebengewässer aufgeführt wurden. Die Lenne ist im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg demnach durchgängig mäßig belastet und wurde daher in die Güteklasse II eingestuft.

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper mit Einzugsgebieten > 10 km² zurückgegriffen [42]. Darin wurden die bestehenden Belastungen von der Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltung Hagen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Mit Hilfe der Bestandsaufnahme soll beurteilt werden, ob es eindeutige Hinweise auf den Einfluss von Niederschlags- bzw. Abwassereinleitungen auf das Gewässer gibt.

In der Bestandsaufnahme sind nur die Hauptgewässer Lenne, Sorpe, Gleierbach und Grafschaft bewertet worden, wobei nur die Lenne und die Grafschaft von Mischwasserentlastungen beeinflusst werden.

In dem Einzugsgebiet der KA Schmallenberg sind die Lenne, die Grafschaft und der Gleierbach bezogen auf die biologische Gewässergüte als mäßig belastet (Gewässergüte II) eingestuft worden. Die Sorpe zeigt eine geringe Belastung (Gewässergüteklasse I – II).

Die Gewässerstruktur der Lenne zeigt sich in diesem Gewässerabschnitt (DE_NRW_2766_104416) zu 39 % gering bis mäßig verändert (Strukturklassen 2 - 3) und zu 24 % deutlich verändert (Strukturklasse 4). Etwa ein Drittel des Abschnittes wird als stark bis sehr stark (Strukturklassen 5 - 6) verändert eingestuft. Gegenüber den nachfolgenden Gewässerabschnitten der Lenne ist hier der Anteil der gering und mäßig veränderten Strukturen am höchsten.

Als relativ unverändert kann die Sorpe (DE_NRW_276614_0) angesehen werden. Die Gewässerstrukturen sind hier mit 72 % überwiegend gering bis mäßig verändert (Strukturklassen 2 - 3). Etwa 26 % der Sorpe zeigen deutliche bis starke Veränderungen der Gewässerstruktur (Strukturklassen 4 - 5).

Der Gleierbach ist in seiner Gewässerstruktur gegenüber einem natürlichen Zustand zu 44 % stark bis vollständig verändert. Deutliche Veränderungen sind in 30 % des Gewässers zu finden. Etwa 27 % sind gering bis mäßig verändert.

Die Gewässerstrukturgüte der Grafschaft ist zu 50 % mäßig bis deutlich verändert. Die restlichen 50 % der Grafschaft weisen die Strukturklassen 5 - 7 auf und gelten als stark bis vollständig verändert.

4.4.1.3 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Die Stadt Schmallenberg identifizierte bereits im Vorfeld einige Fremdwasserschwerpunkte. Der Ortsteil Oberkirchen sowie der Überleitungssammler wurden als fremdwasserträchtig eingestuft. Im Sorpetal wurden Fremdwasserquellen hauptsächlich in Niedersorpe vermutet. Ferner bestand seitens der Stadt der Verdacht, dass die Ortsteile Gleidorf, Südoststadt und das Gewerbegebiet Lake fremdwasserbeeinflusst sind.

4.4.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

4.4.2.1 Messprogramm

4.4.2.1.1 Stationäre Abflussmessungen und Handmessungen

Abflussmessungen

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde gemeinsam mit der Stadt Schmallenberg erarbeitet. Die Anordnung der Messstellen orientierte sich an der Struktur des Einzugsgebietes, das neben dem kompakten Stadtkern Schmallenbergs über drei langgestreckte Gewässertäler verfügt, in denen lange Überleitungssammler verlaufen. Zur Erfassung des Fremdwasserzutritts wurde das Einzugsgebiet in kleinere Teileinzugsgebiete unterteilt, die mit Durchflussmessgeräten versehen wurden. Diese wurden an elf Messorten sechs Monate betrieben. Neben den bereits vorhandenen Abflussmessungen auf der Kläranlage erfolgte der Einbau von zehn weiteren Messgeräten im Kanalnetz.

In Bild 49 ist die Anordnung der Durchflussmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten wurden dem GIS des Ruhrverbandes entnommen. Die Einwohnerzahlen basieren auf den im Jahr 2005 gemeldeten Einwohnern der Stadt Schmallenberg. Eine Übersicht aller Abflusskenndaten folgt in Tabelle 33. Die Lage der Messstellen ist unter den o. g. Messstellennummern im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

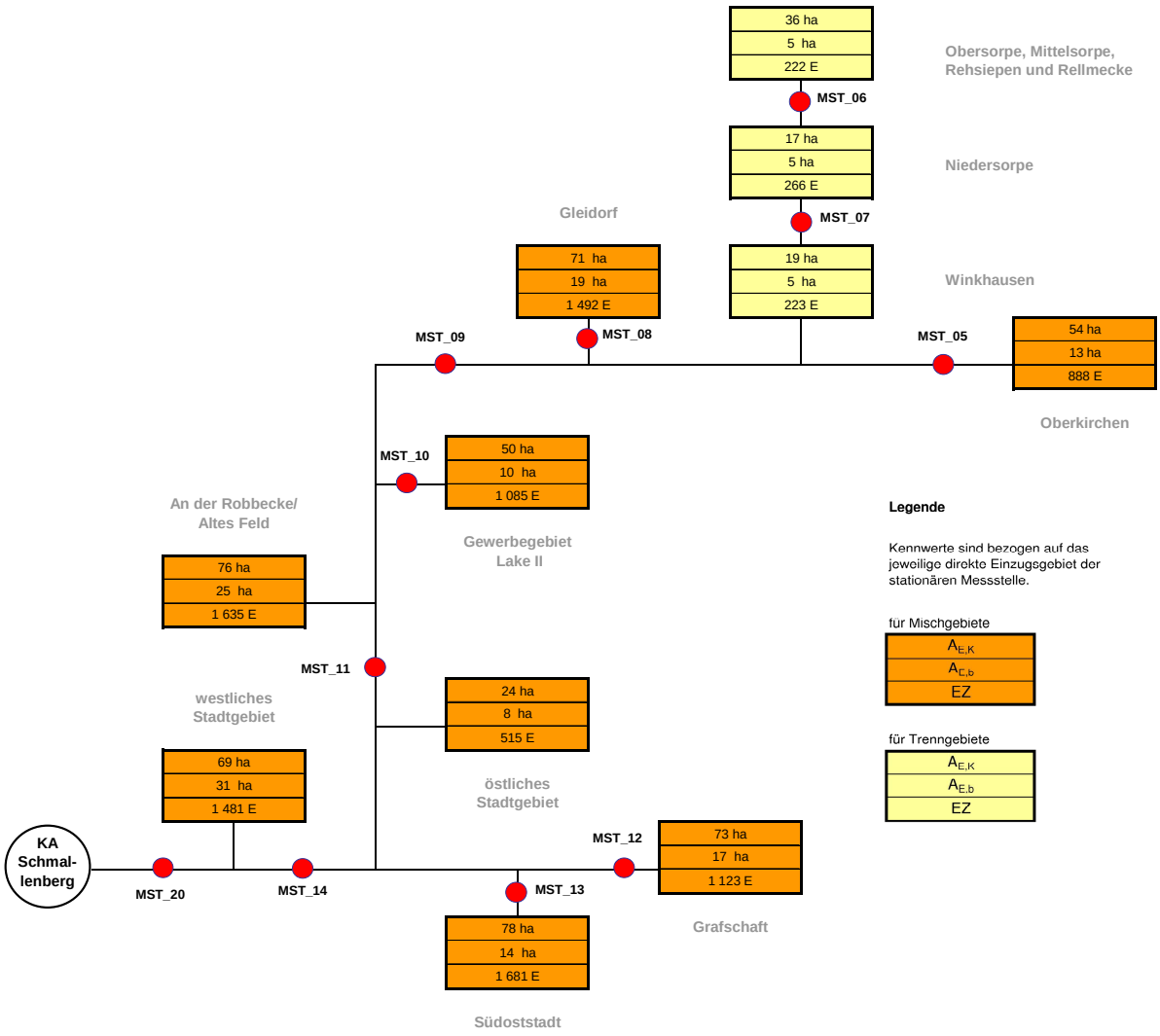


Bild 49: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen

Tabelle 33: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg

Mst.-Nr.	Messstellen-bezeichnung	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
		gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_05	Abfluss Oberkirchen	1,5	1,5	0,0	0,0	1,5	1,5
Mst_06	Abfluss oberes Sorpe-tal	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4
Mst_07	Abfluss Niedersorpe	0,8	0,4	0,0	0,0	0,8	0,4
Mst_08	Zufluss RÜ Gleidorf	2,5	2,5	0,0	0,0	2,5	2,5
Mst_09	Zusammenfluss Gleidorf	5,2	0,4	0,0	0,0	5,2	0,4
Mst_10	Abfluss Gewerbegebiet Lake	1,8	1,8	2,0	2,0	3,8	3,8
Mst_11	Zusammenfluss Kur-park	9,7	2,7	2,0	0,0	11,7	2,7
Mst_12	Abfluss Grafschaft	1,9	1,9	0,9	0,9	2,8	2,8
Mst_13	Zufluss RÜ Südoststadt	2,8	2,8	0,0	0,0	2,8	2,8
Mst_14	Zufluss KA - Hauptsammler	15,3	0,9	2,9	0,0	18,2	0,9
Mst_20	Zufluss KA	17,8	2,5	3,0	0,1	20,8	2,6

In Oberkirchen wurden Verdachtsbereiche im Ort selbst genannt. Aber auch der im Lennevorland verlaufende Verbindungssammler zwischen Oberkirchen und Winkhausen wurde als fremdwasserträchtig eingestuft. Aus diesem Grund wurden die Abflüsse aus Oberkirchen mittels einer Durchflussmessung (Mst_05) erfasst, die am Ende des Hauptsammlers in Winkhausen angeordnet wurde.

Im trennentwässerten Sorpetal wurden Fremdwasserquellen in Niedersorpe und in dem Verbindungssammler in Richtung Winkhausen vermutet. Der Hauptsammler von Rehsiepen bis Niedersorpe ist komplett erneuert worden, sodass hier nicht von Fremdwasserzutritten auszugehen ist. Daher wurde jeweils eine Durchflussmessstelle in Fließrichtung am Ortseingang Niedersorpe (Mst_06) und in Fließrichtung am Ortseingang Winkhausen (Mst_07) vorgesehen.

Als fremdwasserbelastet sind die nördlichen Teileinzugsgebiete von Gleidorf eingestuft worden. Aus diesem Grund wurde eine stationäre Durchflussmessstelle im Hauptsammler vor dem RÜ Gleidorf (Mst_08) vorgesehen. Zur Plausibilitätsprüfung erfolgte der Einbau einer weiteren Durchflussmesseinrichtung (Mst_09) nach der Vereinigung mit dem Sammler aus Gleidorf und dem von Oberkirchen kommenden Überleitungssammler.

Das fremdwasserverdächtige Gewerbegebiet Lake wurde ebenfalls mittels einer Durchflussmessstelle (Mst_10) ausgerüstet. Zur Erfassung des weitläufigen Lenne- und des Sorpetals erfolgte der Einbau einer Durchflussmessstelle (Mst_11) im Hauptsammler vor der Vereinigung mit dem Überleitungssammler aus Grafschaft.

In Grafschaft sind aktuell bereits einzelne Sanierungen durchgeführt worden. Um den Erfolg zu überprüfen, wurde im Ablauf des RÜ Grafschaft eine Durchflussmessung (Mst_12) installiert. Dieser Messort entspricht der Messstelle einer vorangegangenen Durchflussmesskampagne im Jahr 2006.

Hohe Fremdwassermengen wurden in dem am RÜ Südoststadt angeschlossenen Teileinzugsgebiet vermutet. Daher wurde in dem Hauptsammler vor dem RÜ eine Durchflussmessstelle (Mst_13) vorgesehen.

Zur Plausibilitätsprüfung wurde nach der Vereinigung des Sammlers von Grafschaft, des Lennetalsammlers und eines weiteren Sammlers aus dem direkten Stadtgebiet der Durchfluss (Mst_14) gemessen, da die auf der Kläranlage aufgezeichneten Durchflüsse durch die vorgeschaltete Niederschlagswasserbehandlung RÜB/SK Kläranlage gedrosselt werden.

Der Messzeitraum im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg erstreckt sich vom 07.12.2006 bis zum 05.07.2007. Die Messzeiträume der jeweiligen Messgeräte variieren einbaubedingt um einige Tage. Die Ein- und Ausbautage können der Tabelle 34 entnommen werden. Hier sind ebenfalls die eingesetzten Durchflussmessgeräte aufgeführt. Das Messverfahren des jeweiligen in dieser Messkampagne eingebauten Gerätes kann dem Kapitel 2.1 entnommen werden. Zusätzlich wurden die Laufzeit und die Messzeit aufgeführt. Eine Unterbrechung der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall, beschädigte Messsonden oder Ablagerungen, führt zu Datenlücken, die u. a. in die Bewertung der Datenqualität einfließen.

Tabelle 34: Übersicht der Abflussmessungen im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Mess-gerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_05	Abfluss Oberkirchen	UGSH	07.12.06	04.07.07	209	200
Mst_06	Abfluss oberes Sorpetal	Venturi	11.01.07	05.07.07	175	175
Mst_07	Abfluss Niedersorpe	Venturi	13.12.06	05.07.07	204	204
Mst_08	Zufluss RÜ Gleidorf	UGSH	12.12.06	04.07.07	204	204
Mst_09	Zusammenfluss Gleidorf	UGSH	12.12.06	31.07.07	231	231
Mst_10	Abfluss Gewerbegebiet Lake	UGSH	12.12.06	04.07.07	204	204
Mst_11	Zusammenfluss Kurpark	UGSH	13.12.06	04.07.07	203	203
Mst_12	Abfluss Grafschaft	UGSH	12.12.06	05.07.07	205	199
Mst_13	Zufluss RÜ Südoststadt	UGSH	12.12.06	05.07.07	205	183
Mst_14	Zufluss KA - Haupt-sammler	UGSH	12.12.06	31.07.07	231	231
Mst_20	Zufluss KA - KA	MID *)	01.12.06	04.07.07	181	181

*) vorhandenes Messgerät

Die Datenqualität wurde seitens der RWG als „sehr gut“ bis „gut“ eingestuft. Alle Messgeräte waren durchgängig in Betrieb. Mit Ausnahme von nicht plausiblen Messzeiträumen bei z. B. Ablagerungen flossen die Daten in die Auswertung. Zu berücksichtigen ist, dass an der Mst_05 Messunsicherheiten bei Regenwetter auftraten. An Trockenwettertagen kam es an den Messstellen Mst_08 und Mst_13 zur Unterschreitung der Messbereichsgrenzen.

Handmessungen

Die Handmesskampagnen dienten zur Feinanalyse, mit deren Hilfe die Fremdwasserschwerpunkte eingegrenzt werden können. Da der größte Teil der stationären Messstellen in Hauptsammlern angeordnet war, wurde der Fokus im Rahmen der Handmesskampagne auf die Nebensammler gerichtet. Insgesamt wurden rd. 154 Handmessungen im Einzugsgebiet der Kläranlage durchgeführt.

Da die Messdaten nicht kontinuierlich, sondern nur stichprobenartig vorliegen, können die jeweiligen Fremdwasseranteile der gemessenen Abflüsse nur mittelbar berechnet werden. Die Handmessungen erfolgten strangweise und wurden in Fließrichtung vorgenommen. Über die hierbei festgestellten Abflussdifferenzen (Zunahmen) können die jeweiligen Fremdwasseranteile aus den Ergebnissen der stationären Messungen anteilig rückgerechnet werden. Zur Absicherung der Ergebnisse wurden die Handmessungen in den Einzelabschnitten mehrfach vorgenommen.

4.4.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Für eine umfassende Fremdwasseranalyse sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regentagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen notwendig. Da die Niederschlagsmenge und -intensität insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurden im Westen des Einzugsgebiets auf der KA Schmallenberg ein Regenschreiber und in der östlich gelegenen Ortschaft Winkhausen eine Klimastation aufgestellt.

In Tabelle 35 sind die Messzeiträume und das Ein- bzw. Ausbaudatum der Niederschlagsmessgeräte bzw. der Klimastation aufgeführt. Die Datenqualität kann als „sehr gut“ eingestuft werden. Es lagen keine nennenswerten Ausfälle während der Messkampagne vor.

Tabelle 35: Übersicht der Niederschlagsmessungen im EZG der KA Schmallenberg

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_50	Regenschreiber KA Schmallenberg	01.12.06	01.08.07
Mst_54	Klimastation Winkhausen	19.12.06	04.07.07

Zur Einordnung der Messergebnisse des Niederschlagsschreibers und der Klimastation wurde das langjährige Mittel ausgewertet. Dazu wurden für den Niederschlag die der KA Schmallenberg zugeordneten Niederschlagsmessstationen (Schmallenberg-Sellinghausen, Schmallenberg-Holthausen und Winterberg-Altastenberg) herangezogen. Der langjährige Durchschnittswert der mittleren Lufttemperatur der letzten 40 Jahre entstammt einer statistischen Auswertung einer Wetterstation [22] in Siegen (s. auch Kapitel 4.2). In Bild 50 sind die monatlichen Niederschlagshöhen der Regenschreiber KA Schmallenberg (Mst_50) und Winkhausen (Mst_54) dem langjährigen Monatsmittel gegenübergestellt.

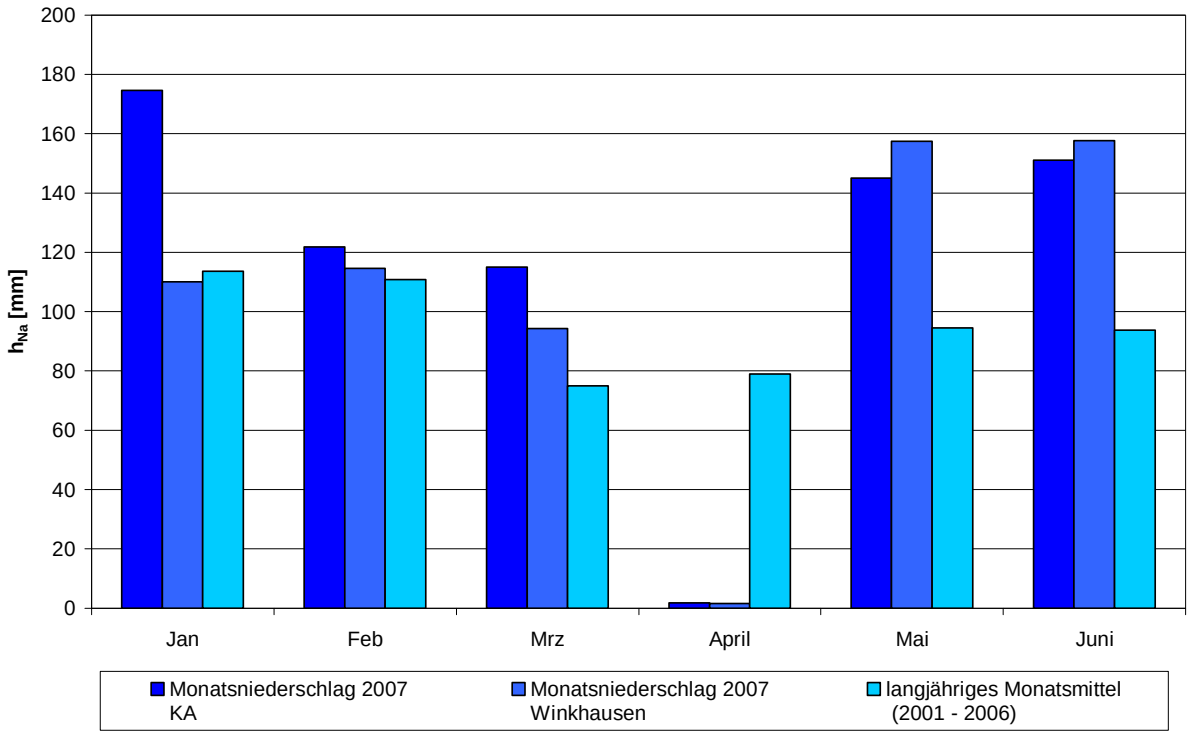


Bild 50: Monatliche Niederschlagshöhen 2007 in Schmallenberg (Mst_50 und Mst_54) im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel

Der Niederschlag ist in den sonst so schneereichen Wintermonaten überwiegend als Regen gefallen. Der Januar und Februar gingen als sehr nasse Monate in die Statistik. Im Januar wurden auf der Kläranlage 174 mm und in Winkhausen nur 110 mm gemessen. Diese Differenz zwischen den zwei Regenschreibern ist auch in den Monaten Februar und März zu erkennen, allerdings weniger ausgeprägt. Die Gesamtniederschlagsmenge im Februar lag bei 122 mm im Bereich der Kläranlage und bei 115 mm im Bereich von Winkhausen. Beide Werte zeigen ein leicht erhöhtes Niederschlagsaufkommen gegenüber dem langjährigen Mittel. Im März wurde die höchste Gesamtniederschlagsmenge von 115 mm auf der Kläranlage gemessen. In Winkhausen wurde lediglich eine Niederschlagssumme von 94 mm registriert, die aber immer noch über dem langjährigen Mittel von 75 mm lag.

Der von der sonnigen Hochdrucklage geprägte April war ungewöhnlich trocken. Es wurden in Schmallenberg lediglich 2 mm gemessen. Das langjährige Monatsmittel erreicht Werte von rd. 80 mm.

Diese Trockenheit wurde durch die sehr nassen Monate Mai und Juni ausgeglichen. Durch teils unwetterartige Gewitter oder auch kräftigen Dauerregen fielen rd. 70 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Auffällig ist hier, dass die monatliche Niederschlagssumme

in Winkhausen nun höher ausfällt als auf der Kläranlage. Tage mit den höchsten Niederschlagssummen wurden in Winkhausen vornehmlich im Mai und Juni registriert, sodass diese regional sehr begrenzten Regenschauer mit hoher Intensität die Monatssummen stark beeinflussen.

4.4.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Beobachtungen der Grundwasserstände während der Messkampagne sollen helfen, Abhängigkeiten zwischen den Grundwasserständen und einem erhöhten Fremdwasserabfluss im Kanalnetz festzustellen. Besonders die in den Flussauen verlegten Überleitungssammler sind von schwankenden Grundwasserständen betroffen, die wiederum von den Wasserständen der Fließgewässer beeinflusst werden.

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg wurde ein Grundwasserpegel in dem Gewerbegebiet Lake und ein weiterer in Winkhausen eingerichtet. Beide Grundwasserpegel wurden mit dem Messgerät „Insider“ zur Messung des Grundwasserspiegels ausgerüstet. Die genaue Lage des Grundwasserpegels kann dem Übersichtsplan im Anhang A entnommen werden.

In Tabelle 36 sind der Messzeitraum und das Ein- bzw. Ausbaudatum der Grundwasserspiegelmessungen angegeben. Die Datenqualität kann als „sehr gut“ eingestuft werden. Es lagen keinerlei Ausfälle während der Messkampagne vor.

Tabelle 36: Übersicht der Grundwasserspiegelmessungen im EZG KA Schmallenberg

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_60	Pegel Schmallenberg	18.01.07	04.07.07
Mst_64	Pegel Winkhausen	22.01.07	04.07.07

4.4.2.1.4 Wasserstandsmessungen an Regenbecken und Regenüberläufen

Sämtliche Niederschlagswasserbehandlungsanlagen im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg sind mit kontinuierlich aufzeichnenden Wasserstandsmessungen ausgerüstet. An den Regenüberläufen befanden sich bislang keine Messgeräte. Da die Regenüberläufe Lake I, Grafschaft und Oberkirchen als kritisch gelten, wurden diese zusätzlich mit einer Wasserstandsmessung ausgerüstet.

In der Tabelle 37 sind der Messzeitraum und die Ausfallquote der Wasserstandsmessstellen in Niederschlagswasserbehandlungsanlagen bzw. Regenüberläufen aufgeführt. Das aus-

wertbare Datenmaterial erstreckt sich über 6 Monate. Die Zuverlässigkeit der Messungen kann überwiegend als „gut“ eingestuft werden.

Tabelle 37: Übersicht der Wasserstandsmessungen in NWB-Anlagen und in Regenüberläufen

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_70	Wasserstand RÜB/SK KA	-	-	181	167
Mst_71	Wasserstand SK Lake II	-	-	181	161
Mst_72	Wasserstand RÜ Lake I	19.12.2006	04.07.2007	197	197
Mst_73	Wasserstand RÜ Oberkirchen	19.12.2006	04.07.2007	197	190
Mst_75	Wasserstand RÜ Grafschaft	08.02.2007	05.07.2007	147	144

In Bild 51 sind die Einstau- bzw. Entlastungsdauern der einzelnen Niederschlagswasserbehandlungsanlagen dargestellt. Wie auch schon in der Vorauswertung festgestellt wurde, ist das RÜB/SK Kläranlage mit 71 Einstau- bzw. 56 Entlastungstagen das auffälligste Becken in diesem Einzugsgebiet. Der SK Lake II zeigt 2007 mit 41 Einstau- und 15 Entlastungstagen ein merklich anderes Nutzungsverhalten als in der Vorauswertung, in der das Becken als unauffällig eingestuft wurde. Alle Entlastungsanlagen werden durch einen übermäßigen Fremdwasserabfluss beeinflusst.

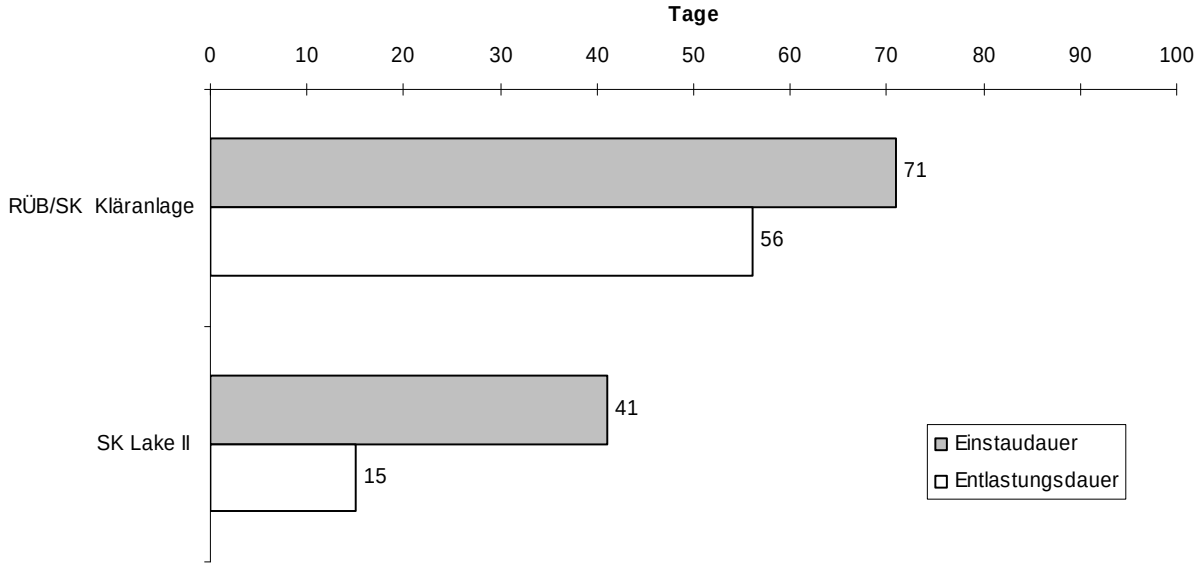


Bild 51: Gemessene Einstau- und Entlastungsdauern von Januar bis Juli 2007

4.4.2.1.5 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

Kamerabefahrungen

Nach Identifikation der fremdwasserträchtigen Sammlerabschnitte mittels Handmessungen wirken Kamerabefahrungen unterstützend bei der genauen Lokalisierung der Fremdwasserzutritte und bei der Ermittlung der Schadensart (z. B. Undichtigkeiten im Kanalnetz, Fehlanschlüsse etc.).

In dem Einzugsgebiet der KA Schmallenberg wurden Kanalnetzabschnitte in den Ortsteilen Oberkirchen, Gleidorf, Gewerbegebiet Lake und in dem Wohngebiet „An der Robbecke/Im Alten Felde“ mittels TV-Kamera inspiziert. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung sind zusammen mit den Handmessungen nachfolgend aufgeführt.

4.4.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

4.4.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne in Schmallenberg erstreckte sich vom 07.12.2006 bis 05.07.2007. Einbaubedingt sind die Messzeiträume der einzelnen Messstellen etwas unterschiedlich (s. Tabelle 67). Um eine Vergleichbarkeit der Messstellen zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die in 2-minütigen Intervallen aufgezeichneten Messdaten wurden mittels einer Datenbank auf Stundenmittelwerte verdichtet. Des Weiteren wurden die Daten um Ausfalltage infolge von Reinigungs- und Wartungsarbeiten sowie einer Absperrung während der Kamerabefahrungen bereinigt, um eine Auswertung des unbeeinflussten Abflussgeschehens zu garantieren. Im nächsten Schritt durchliefen diese Daten in Excel unterschiedliche Auswerterotinen. Die Ergebnisse sämtlicher Methoden können den Auswerteblättern im Anhang B für die jeweilige Messstelle entnommen werden. Die Methoden und Details der Datenaufbereitung sind im Kapitel 2.2 beschrieben.

Zur Bestimmung der Fremdwasseranteile an den stationären Messstellen wurden die Methode des gleitenden 21-d Minimums und die Methode des Nachtminimums herangezogen. Zur Ermittlung des Fremdwasseranteils in Trenngebieten wurde die Methode des Nachtminimums dahingegen modifiziert, dass neben den Trockenwettertagen auch die Regenwettertage in die Auswertung einfließen, um den Anteil des regenwasserbedingten Fremdwassers mit erfassen zu können.

Die Methode des gleitenden 21-d Minimums ist frei von einem subjektiven Wetterschlüssel und basiert auf der Annahme, dass Schwankungen des Fremdwasserabflusses aus langsamen Schwankungen des Grundwasserspiegels resultieren. Ein Vorteil der Nachtminimum-Methode ist, dass der mittlere Fremdwasseranfall des direkten Einzugsgebietes durch Abzug zwei aufeinanderfolgender Messstellen ermittelt werden kann.

In der Tabelle 38 sind die durchschnittlichen Fremdwasserabflüsse, ermittelt nach der Nachtminimum-Methode und umgerechnet auf das direkte Einzugsgebiet, aufgeführt. Zusätzlich wurden diese Fremdwasserabflüsse auf den Gesamtfremdwasserabfluss bezogen. In Trenngebieten repräsentiert der mittlere Fremdwasserabfluss größtenteils den grundwasserbasierten Fremdwasserabfluss. Daher sind für die Bewertung der niederschlagsbedingten Abflussspitzen im Schmutzwasserkanal zusätzlich die verursachenden fehlangeschlossenen Flächen (A_f) und der Fehlanschlussgrad (FAG) ermittelt worden und ebenfalls in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. In dem Einzugsgebiet Schmallenberg ist lediglich das Sorpetal als reines Trenngebiet ausgewiesen.

Durch Messungenauigkeiten der Messgeräte kann es bei der Differenzenbildung zur Berechnung des Fremdwasserabflusses des jeweiligen direkten TEZG zu negativen Werten kommen, wie bspw. an der Mst_09 im Hauptsammler Ortsausgang Gleidorf. Im weiteren wird hier kein Fremdwasserabfluss angesetzt. Die relativ große Differenz von -10,3 l/s an der Mst_20 (KA) resultiert aus einer Bereinigung der Messdaten um die Tage, an denen es bei Trockenwetter zu Entlastungen an dem RÜB/SK Kläranlage kam.

Tabelle 38: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässerungsverfahren	ΔQ_{FpM} [l/s]	Anteil am Gesamtfremdwasser [%]	A_f [m²]	FAG = $A_f/A_{E,b}$ [%]
Mst_05	Abfluss Oberkirchen	MS	14,1	19	-	-
Mst_06	Abfluss Mittel- und Obersorpe	TS	1,1	2	1.135	2,1
Mst_07 - Mst_06	Abfluss Sorpetal	TS	0,3	1	917	2,0
Mst_08	Abfluss Gleidorf	MS	12,1	16	-	-
Mst_09 - Mst_05 - Mst_07 - Mst_08	Abfluss HS Gleidorf	MS	(-0,5)	0	-	-
Mst_10	Abfluss Lake	MS	24,7	33	-	-
Mst_11 - Mst_10 - Mst_09	Abfluss HS Kurpark	MS	3,3	4	-	-
Mst_12	Abfluss Grafschaft	MS	9,3	12	-	-
Mst_13	Abfluss Südoststadt	MS	4,4	6	-	-
Mst_14 - Mst_13 - Mst_12 - Mst_11	Abfluss HS Gesamt-gebiet	MS	5,5	7	-	-
Mst_20 - Mst_14	Zufluss KA Schmallenberg	MS	(-10,3)	0	-	-
Summe (Mst_14)			**74,8**	**100**	**-**	**-**

Die Schwierigkeit der Fremdwasserauswertung des Gewerbegebietes Falke in Lake lag in dem Notabschlag, der sich in Fließrichtung nach der Mst_09 in dem von Gleidorf kommenden Hauptsammler befindet. Bei erhöhten Zuflüssen wird ein Teilstrom über den östlich der Fa. Falke verlaufenden Sammler abgeführt, um den Hauptsammler hydraulisch entlasten zu können. Dieser Teilstrom wurde an der Mst_10 zusätzlich zu dem Durchfluss des Gewerbegebietes Lake gemessen. Eine Berechnung der direkten Einzugsgebiete der Mst_11, die die Summe aus Mst_09 und Mst_10 darstellt, und der Mst_10 muss daher als unsicher eingestuft werden.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 52 dargestellt. Ermittelt wurde neben dem absoluten Fremdwasserabfluss auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet bezogen auf den Gesamtfremdwasserabfluss und die Flächenspende der Teilgebiete. Zusätzlich wurden in Trenngebieten die fehlangeschlossene

Fläche und der Fehlanschlussgrad des jeweiligen direkten Einzugsgebietes der stationären Messstelle angegeben.

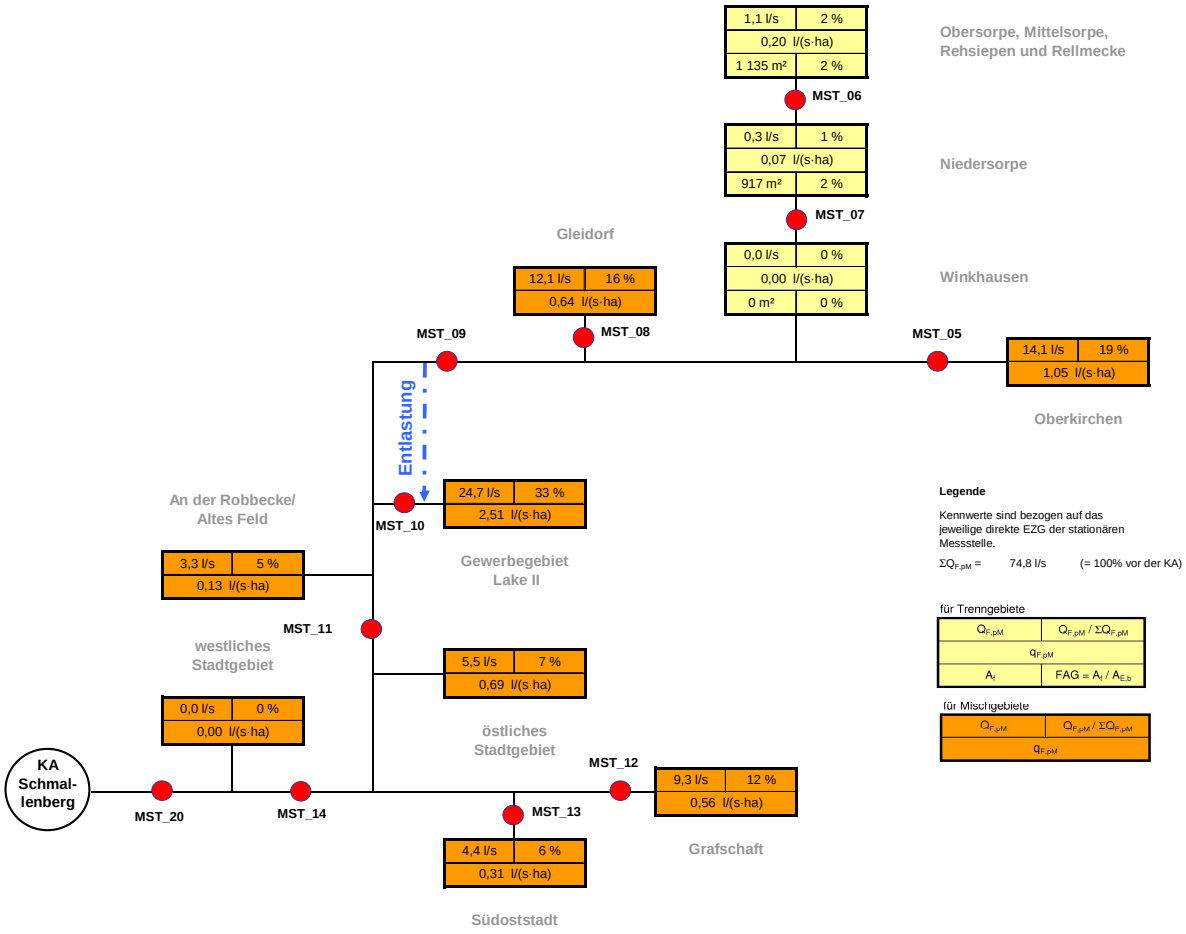


Bild 52: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg

Die Fremdwasserschwerpunkte liegen vorwiegend in den Ortsteilen außerhalb des Stadtkerns. Etwa 1/3 des Gesamtfremdwasseraufkommens wurde im Gewerbegebiet Lake gemessen. Weitere Schwerpunkte lagen mit 19 % in Oberkirchen und mit 16 % in Gleidorf. Im Süden des Einzugsgebietes gehört Grafschaft mit einem Fremdwasseranteil von 12 % an dem Gesamtaufkommen zu den fremdwasserbehafteten Ortsteilen. Die verbleibenden Teileinzugsgebiete zeichnen sich durch Fremdwasseranteile am Gesamtfremdwasseraufkommen von < 10 % aus.

Die reinen Trenngebiete im Sorpetal werden kaum von grundwasserbasiertem Fremdwasser beeinflusst. Der mittlere grundwasserbasierte Fremdwasseranfall beträgt am Ende des Sorpetales nur 1,4 l/s. Hingegen ist der niederschlagsbedingte Fremdwasseranteil ausgeprägter.

Der Fehlanschlussgrad beträgt im gesamten Tal rd. 2 %. Eine detaillierte Analyse des Fremdwasseranfalls in den Trenngebieten des Sorpetales erfolgt in Kapitel 4.4.2.2.2.

Die saisonale und regionale Verteilung des Fremdwassers wird aus dem Fließschema im Anhang A ebenfalls noch einmal deutlich. Hier ist der mittlere periodische Fremdwasserabfluss, berechnet nach der Nachtminimum-Methode der jeweiligen stationären Durchflussmessstelle, aufgeführt. Zusätzlich sind für jede Messstelle ein mini- und ein maximaler Wert sowie ein Monatsmittelwert angegeben, die auf der Nachtminimum-Methode basieren. In Klammern ist der zeitlich korrespondierende Fremdwasserabfluss nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode angegeben.

Mobile Durchflussmessungen

Zusätzlich zu den stationären Durchflussmessstellen wurden mobile Durchflussmengenmessstellen mit einem Mobi-DiR eingerichtet, um für eine kurze Periode von 1 bis 2 Tagen die Abflüsse zu beobachten. Eine durchgängige Aufzeichnung der Durchflüsse von mehr als 2 Tagen war an der Messstelle nicht möglich, da die mobile Stromversorgung lediglich für 2 Tage ausgelegt ist.

Oberkirchen

Das Mobi-DiR_O02 wurde zunächst in Fließrichtung am Ortsausgang eingesetzt, mit dessen Hilfe die Infiltrationsmengen von Grundwasser in den Überleitungssammler untersucht werden sollten. Die in Fließrichtung nachfolgende stationäre Messstelle Mst_05 befand sich am Ende des Überleitungssammlers in Winkhausen (s. Bild 53).

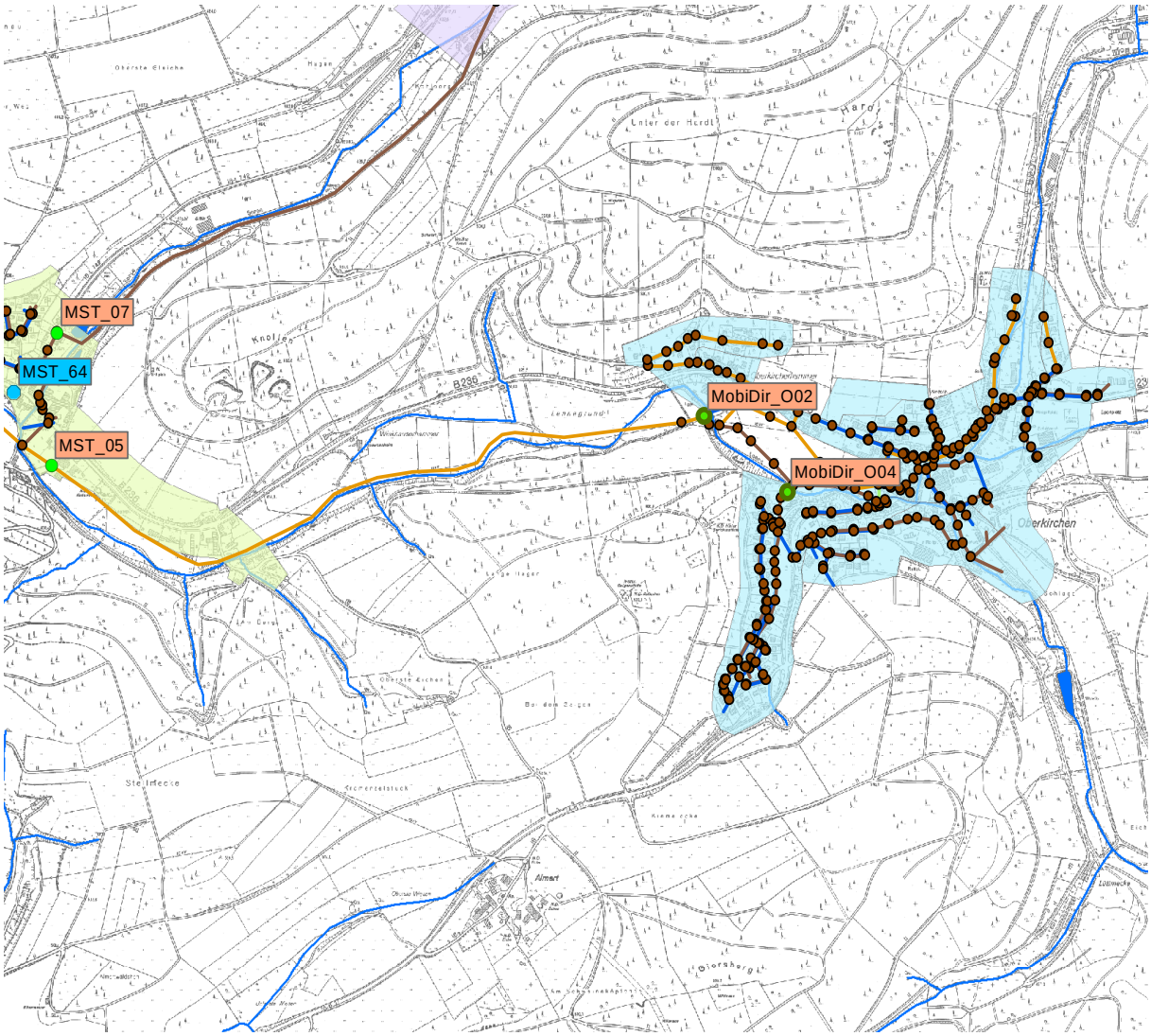


Bild 53: Mobile Messstellen in Oberkirchen

Das Gerät wurde am 04.04.07 ein- und am 27.04.07 ausgebaut. Da die Messung nicht kontinuierlich über den ganzen Zeitraum lief, sind fünf zusammenhängende Messreihen ausgewertet worden. Die jeweiligen Messzeiträume können Bild 54 entnommen werden. Hier sind die Abflussganglinien der stationären Mst_05 (rote Ganglinie) und der mobilen Messstelle Mobi-DiR_O04 (dunkelblaue Ganglinie) basierend auf Stundenmittelwerten dargestellt. Auf der Sekundärachse ist die tägliche Niederschlagssumme aufgetragen.

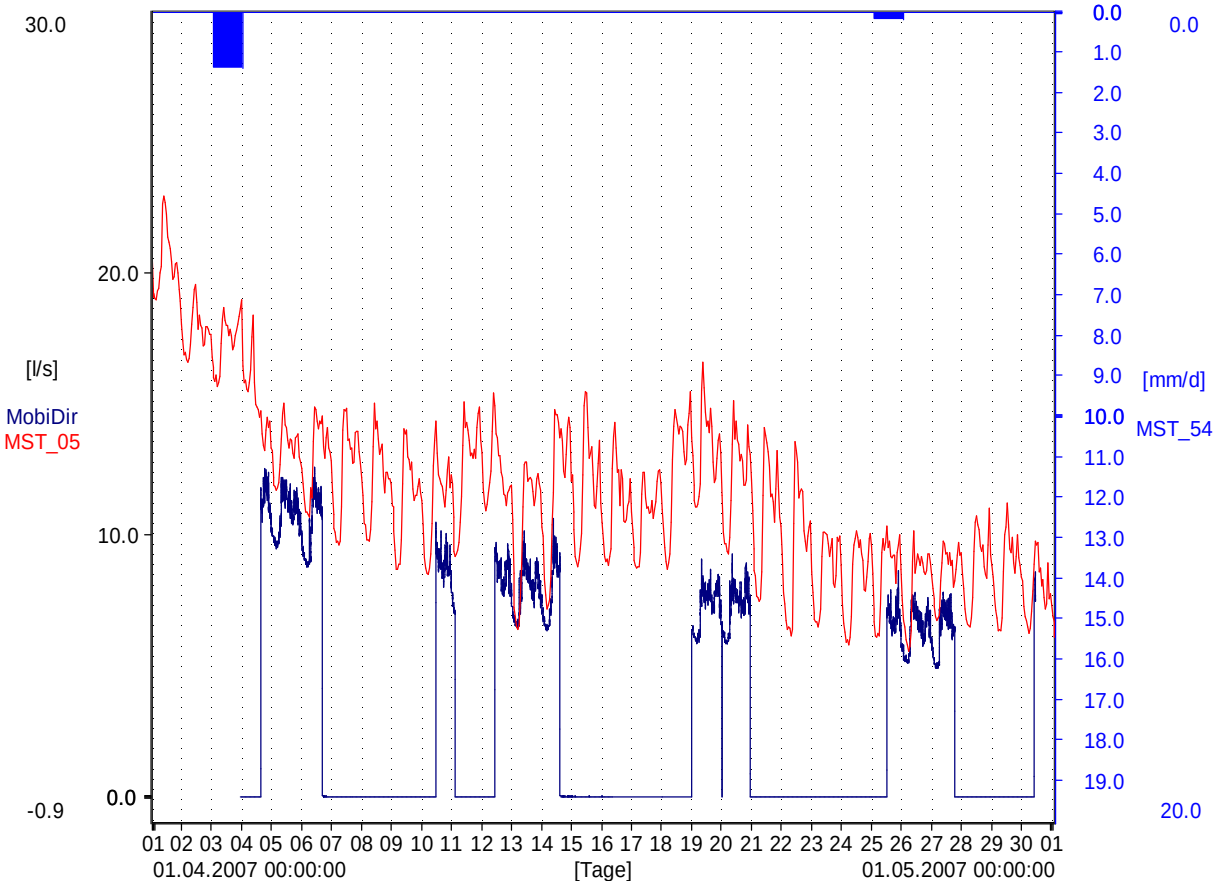


Bild 54: Abflusszuwachs in dem Überleitungssammler von Oberkirchen nach Winkhausen

Die Abflüsse des mischentwässerten Teileinzugsgebietes Oberkirchen sind während der Messkampagnen nicht durch Niederschläge beeinflusst worden.

Durch Differenzbildung zwischen der stationären und der mobilen Messung wurde das infiltrierende Fremdwasser innerhalb der fünf Messperioden ermittelt. Der Zuwachs in dem Sammler schwankt zwischen 3 bis 6 l/s. Die Wetterdaten und die Auswertungen der Grundwasserpegel nach Abschluss der Messkampagne haben allerdings gezeigt, dass der April als besonders trockener Monat eingestuft werden konnte, bei dem die Grundwasserstände Tiefststände der Messperiode erreichten. Daher sind die Infiltrationsraten in dem Überleitungssammler im April nicht repräsentativ und können durchaus bei höheren Grundwasserständen steigen. Deutlich wird dies in den Messergebnissen der Handmesskampagnen im Februar und März 2007. Der Zuwachs im Überleitungssammler zwischen Ortsausgang Oberkirchen und Ortseingang Winkhausen lag bei 10 bis 15 l/s.

Das südwestlich liegende Trenngebiet „In der Riemeske“ wurde mittels Mobi-DiR näher untersucht. Dazu wurde das Messgerät am Ende des zu untersuchenden Gebietes in den

Schmutzwasserkanal während einer Niederschlagsperiode eingesetzt (s. Bild 53). Das Gerät wurde vom 25.06.08 bis zum 29.06.08 betrieben.

In Bild 55 sind die auf Stundenwerten basierende Abflussganglinie des Mobi-DiR und die Stundensumme des Niederschlags dargestellt. Zur Einordnung der Abflussspitze aus dem Trenngebiet wurde die Abflussganglinie der stationären Messstelle Mst_05 aufgeführt.

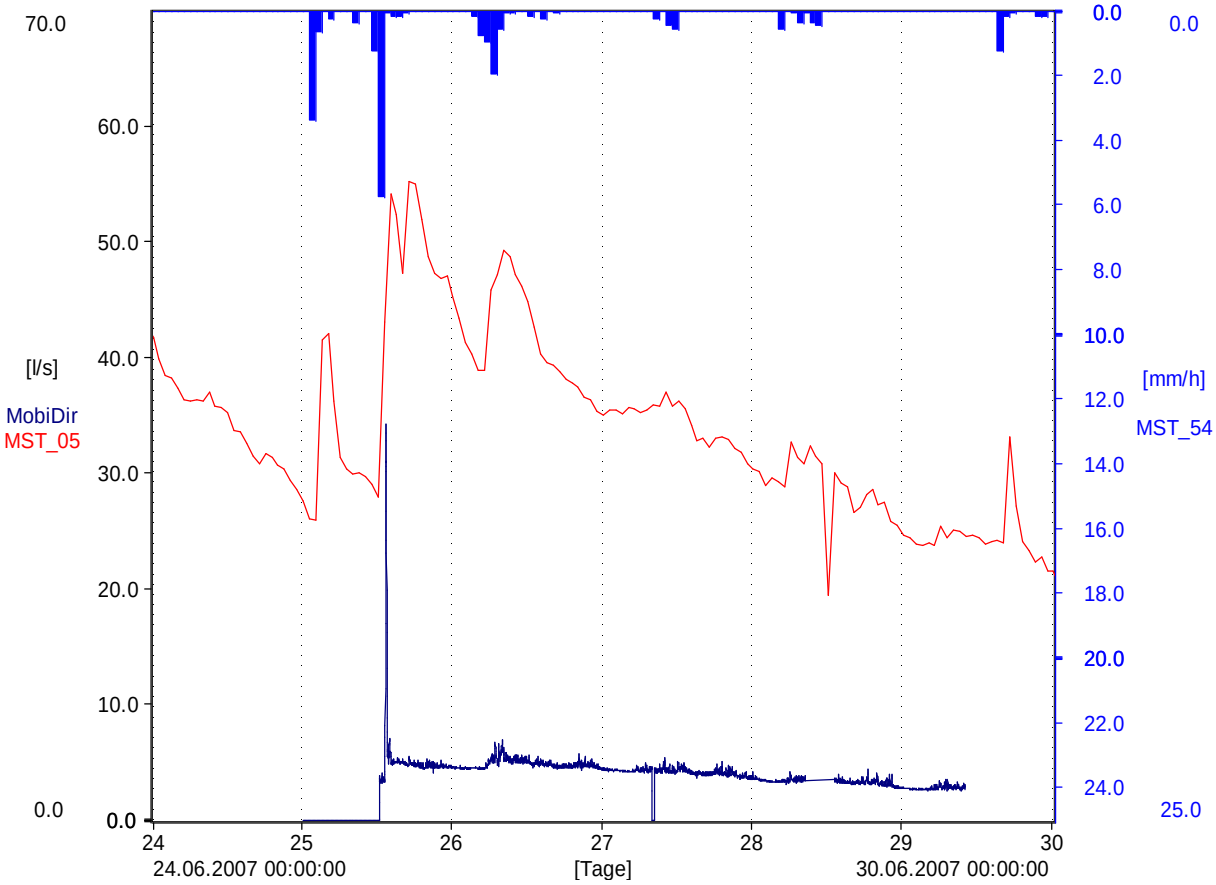


Bild 55: Abflussspitzen im Schmutzwasserkanal „In der Riemeske“

Das rasche Ansteigen und Abklingen der Abflussganglinie als direkte Folge eines Regenereignisses ist in dem Schmutzwasserkanal des Gebietes „In der Riemeske“ ein Indiz für oberflächlich eintretendes Niederschlagswasser und/oder Fehlanschlüsse. Der Anteil ist in diesem Teileinzugsgebiet auffällig hoch, da ein Spitzenabflusswert von 35 l/s erreicht wird. Nach dem Regenereignis fällt die Ganglinie rasch auf ein gewisses Maß und sinkt über mehrere Tage langsam ab. Dieses Phänomen ist ein Indikator für einige angeschlossene Dränagen, die das Grundwasser zeitverzögert in den Schmutzwasserkanal abführen. Am Ende der Messperiode wird lediglich ein Minimum von 2,5 l/s erreicht.

Grafschaft

In Grafschaft sollte mittels zwei parallel eingesetzter Mobi-DiR-Messungen der Zufluss aus dem Teileinzugsgebiet Kloster bei einem Niederschlagsereignis untersucht werden. Das Gebiet zeichnet sich durch einen hohen trennentwässerten Anteil aus. Lediglich einige Haltungen, die teilweise unterhalb des Gebäudekomplexes verlaufen, sind noch nicht trennentwässert.

Die genaue Lage der Messgeräte kann dem Bild 56 entnommen werden. Die Geräte waren in dem Zeitraum 11.06.08 bis 13.06.08 parallel im Einsatz.

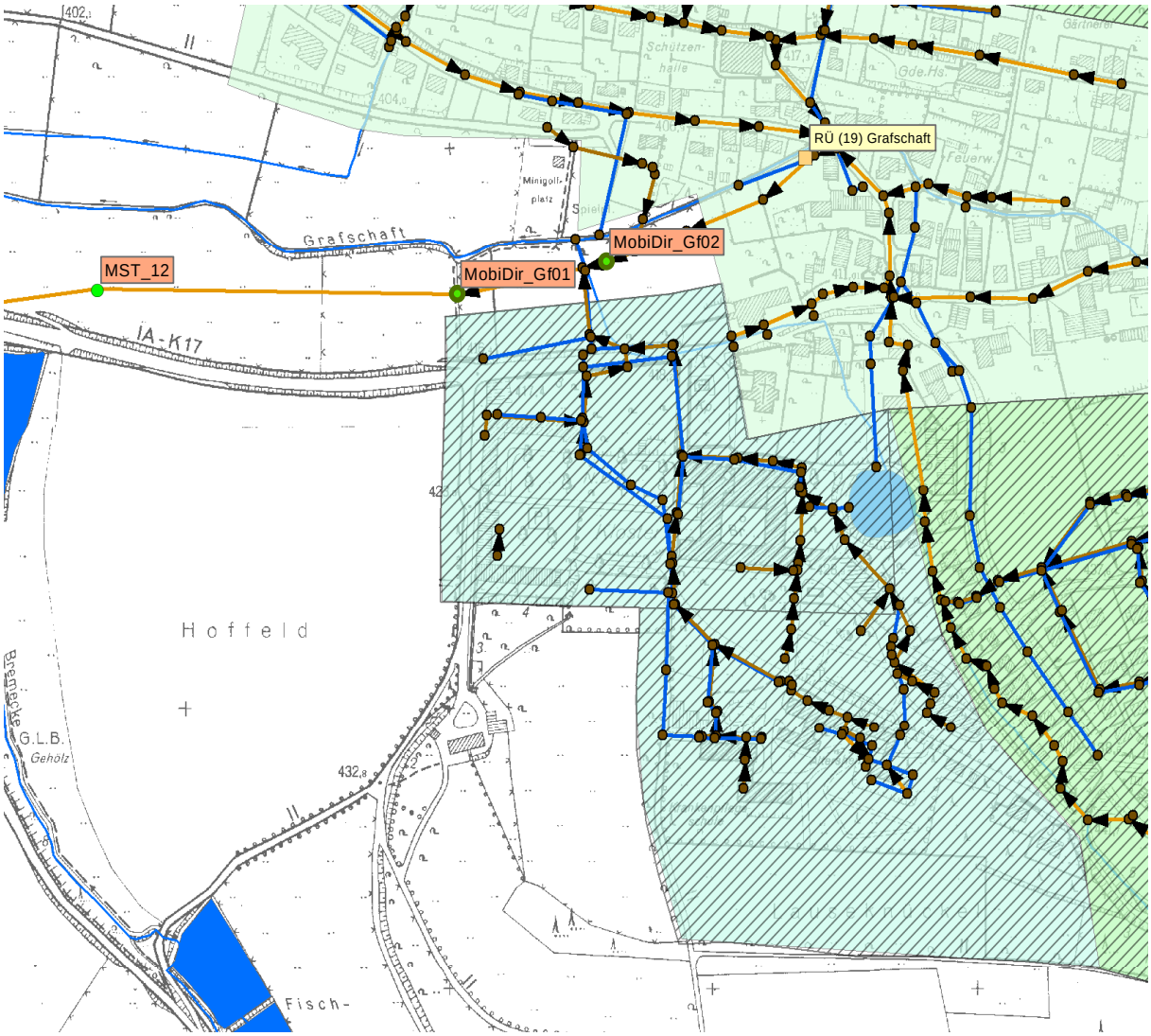


Bild 56: Mobile Messstellen in Grafschaft

In Bild 57 sind die auf Stundenwerte verdichtete Niederschlagssumme und die Abflussganglinie vor (Gf_02) und nach (Gf_01) dem Zulauf aus dem TEZG Kloster aufgetragen.

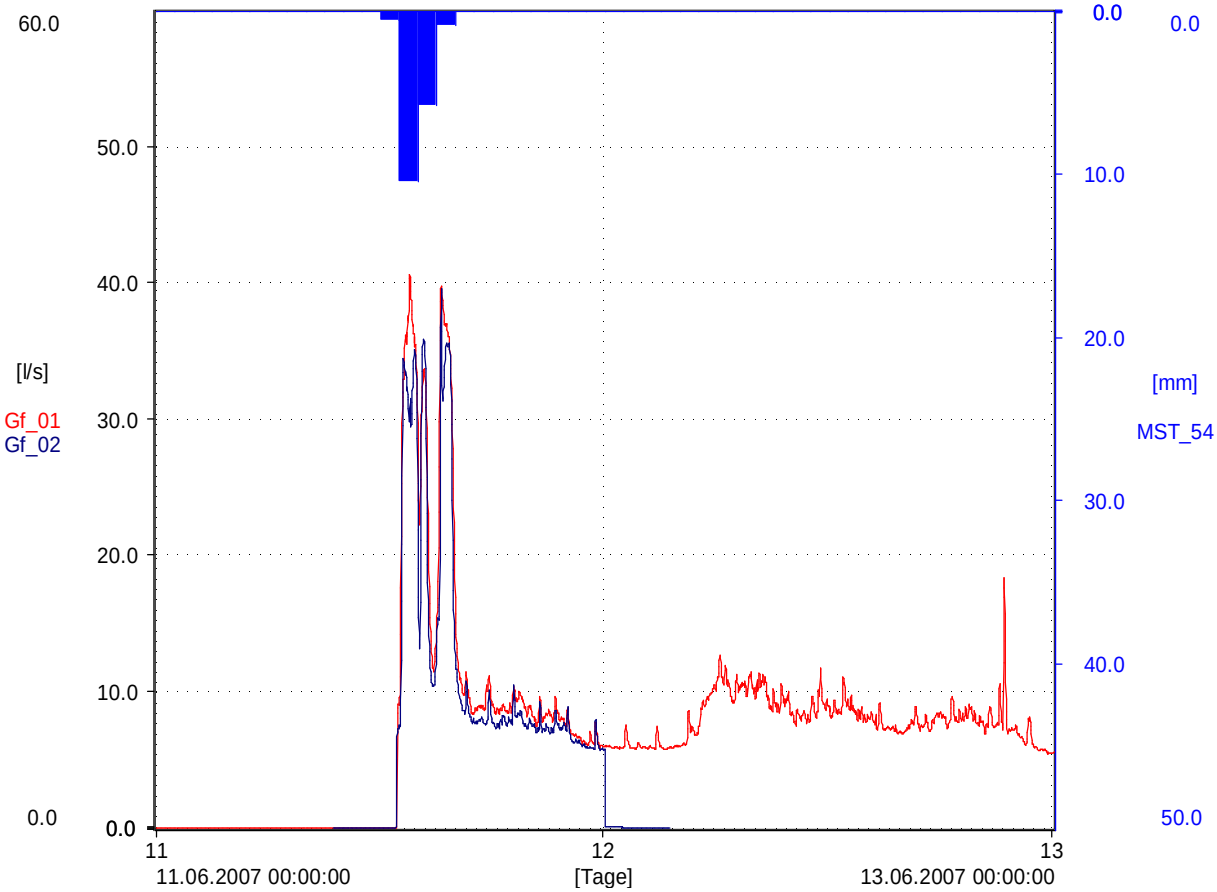


Bild 57: Zufluss aus dem Trenngebiet Kloster bei Regenwetter

Die gemessenen Abflussganglinien an den Messstellen vor bzw. nach Zufluss zum Kloster zeigen bei einem Niederschlagsereignis keine auffälligen Abweichungen. Es treten keine auffälligen Abflussspitzen aus dem überwiegend trennentwässerten Teileinzugsgebiet auf. Der Anteil der fehlangeschlossenen bzw. mischentwässerten Flächen kann als sehr gering eingestuft werden.

4.4.2.2.2 Ergänzende Auswertungen in trennentwässerten Teileinzugsgebieten

Die über die Messperiode gemittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur bedingt etwas über den Fremdwasseranfall in Trenngebieten aus. Daher ist eine Analyse der kurzzeitig auftretenden Spitzenereignisse der Abflüsse im Schmutzwasserkanal von hoher Bedeutung, da diese eine der Hauptfremdwasserquellen darstellen und bei einer Auswertung der mittleren Fremdwasserabflüsse egalisiert werden.

In Bild 58 und Bild 59 sind die bei Regenwetter auftretenden Spitzenbelastungen im Schmutzwasserkanal dargestellt. Neben der auf Stundenwerte verdichteten Abflussganglinie (rote Ganglinie) ist die Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums (schwarze Ganglinie) aufgeführt, die den grundwasserbasierten Fremdwasseranteil repräsentiert. Zusätzlich wurde die tägliche Niederschlagshöhe (blauer Balken) auf der Sekundärachse aufgetragen.

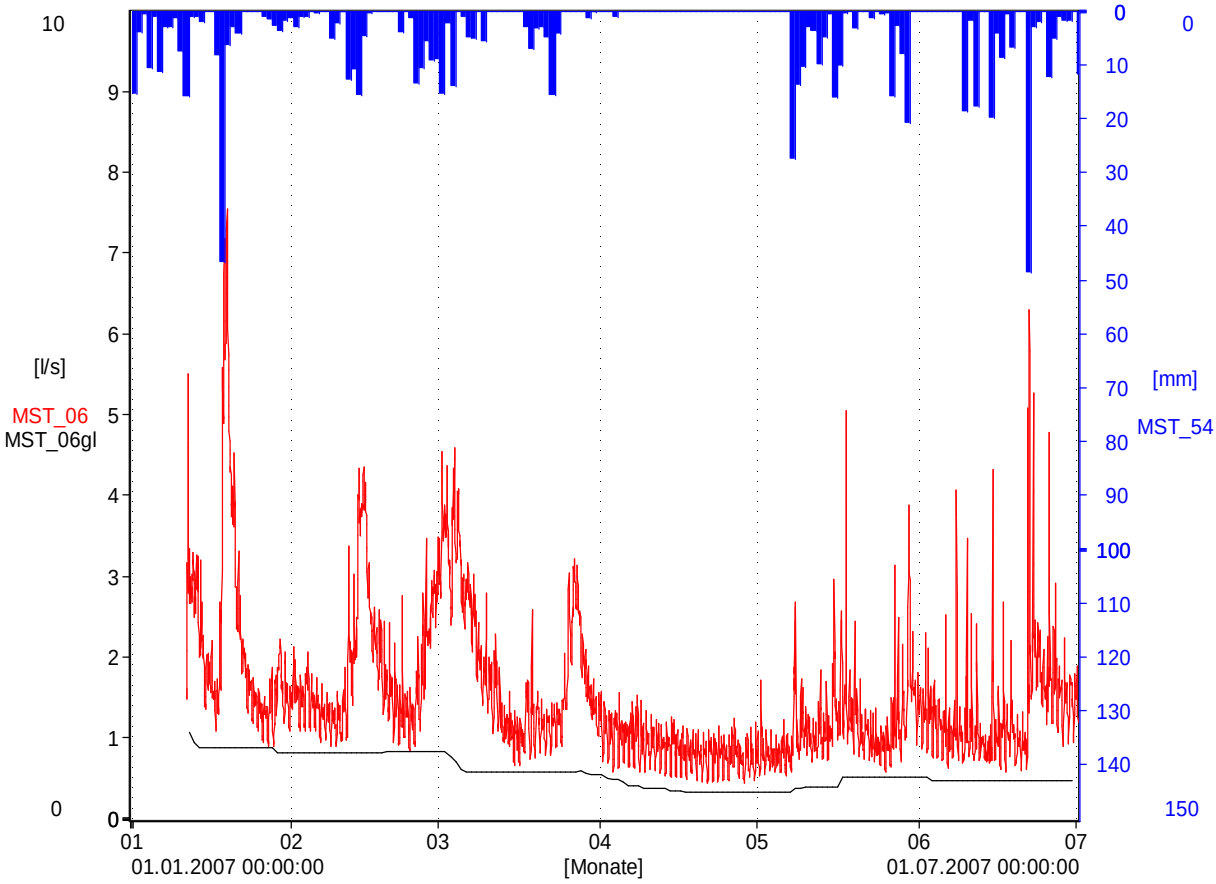


Bild 58: Abflussverhalten im Sorpetal, Zufluss Niedersorpe (Mst_06)

In dem Teileinzugsgebiet der Mst_06, das sich von Rehsiepen bis zum Ortseingang Niedersorpe erstreckt, treten Abflussspitzen als direkte Reaktion auf Niederschläge auf. Treten Niederschläge nach einer Trockenwetterperiode auf, so steigt die Abflussganglinie steil an und fällt ebenso steil wieder ab. Dieses Phänomen ist ein Indikator für vornehmlich oberflächlich in den Schmutzwasserkanal eintretendes Fremdwasser.

Dies ist deutlich am 19.01.2007 und am 21.06.2007 zu erkennen. Die maximalen Abflussspitzen erreichen Werte von 7 l/s. Da die niederschlagsbedingten Abflussspitzen saisonal sehr unterschiedlich ausfallen können, ist als Vergleichswert der Fehlanschlussgrad (FAG) ermittelt worden. An der Mst_06 beträgt der FAG 2 %. Ist der Boden durch eine länger an-

haltende Niederschlagsperiode gesättigt, so äußert sich dies ebenfalls deutlich im Abflussverhalten. Das Anstiegs- und Abklingverhalten zeigt deutliche Zeitverzögerungen gegenüber den Abflussspitzen nach Trockenwetterperioden. Die Abflussspitze Ende Februar bzw. Anfang März 2007 verdeutlicht dieses Phänomen am besten. Die mittleren Niederschlagshöhen der 14-tägigen Regenwetterperiode liegen bei 10 mm/d. Die Abflussspitze erreicht erst nach fast einer Woche das Maximum von 5 l/s. Dieses Abflussverhalten ist ein Indikator für zeitlich verzögertes Eintreten von Fremdwasser in den Schmutzwasserkanal durch Dränagen und/oder Schäden im Kanalnetz.

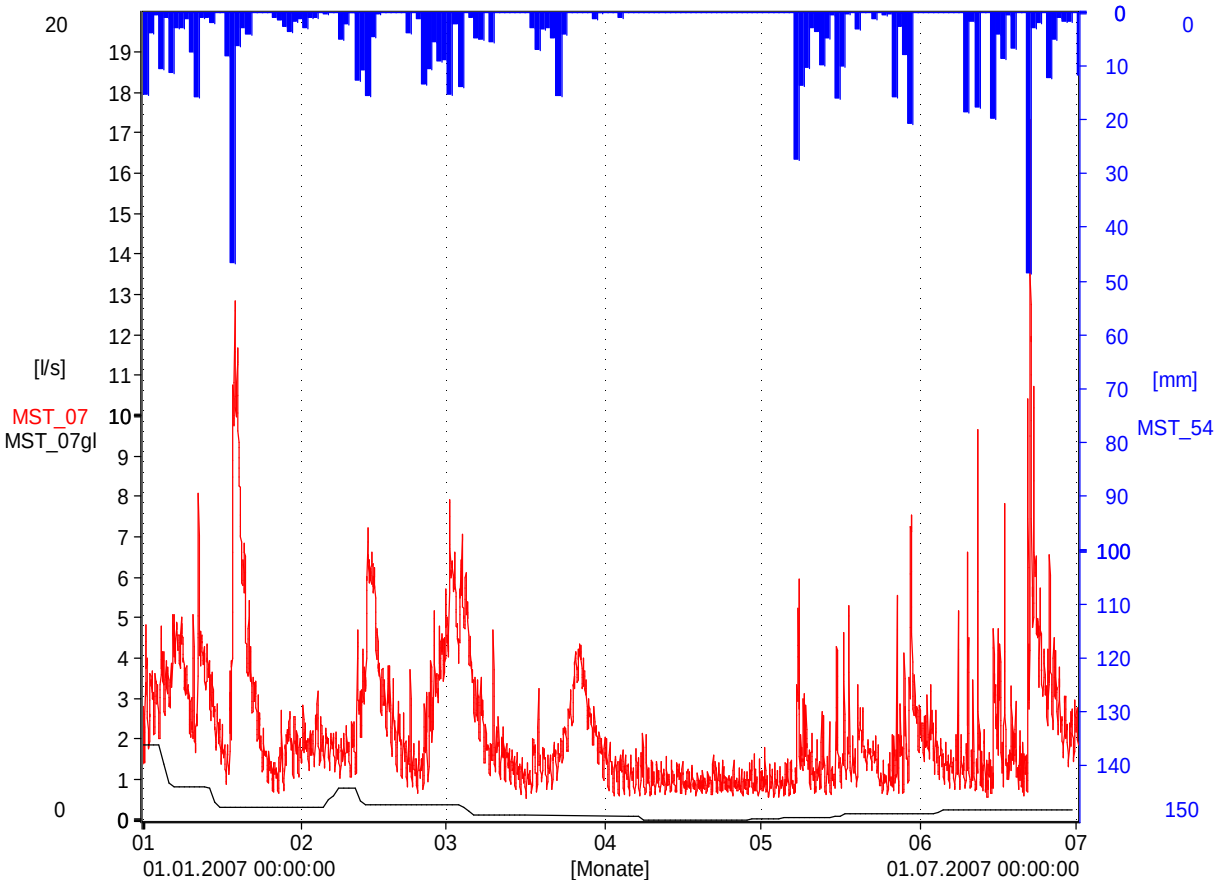


Bild 59: Abflussverhalten am Ende des Sorpetales (Mst_07)

Der Verlauf der Ganglinie ähnelt dem der Mst_06 sehr. An dieser Messstelle treten maximale Abflussspitzen von 13 l/s auf, die etwa doppelt so hoch ausfallen wie an der Mst_06. Dies bestätigt den berechneten Fehlanschlussgrad für das direkte Einzugsgebiet der Messstelle von ebenfalls 2 %. Dadurch, dass das gleitende 21-d Minimum auf Tageswerten basiert und von diesen der Schmutzwasseranteil abgezogen wird, kann es zu einer auffälligen Differenz zwischen den Minima der Abflussganglinie und der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums kommen. Ein Unterschreiten der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums durch die Ab-

flussganglinie mit stündlichen Abflusswerten ist möglich, da die Ganglinie des 21-d gleitenden Minimums auf Basis von Tagesmittelwerten gebildet wurde.

Die niederschlagsbedingten Abflussspitzen sind mittels einer Summenhäufigkeitsverteilung näher analysiert worden, die darüber Aufschluss geben soll, wie oft in den Teileinzugsgebieten der stationären Messstellen Spitzenabflüsse aufgetreten sind (s. Bild 60). Die Datenbasis bilden stündliche Durchflussmessdaten. Zusätzlich wurden die mittels Differenzbildung errechneten Abflusswerte für das direkte Einzugsgebiet der Mst_07 dargestellt.

Diese Auswertung kann nur Tendenzen wiedergeben, da die Anzahl der Abflussspitzen sehr abhängig von den klimatischen Randbedingungen ist und nur Messdaten von Januar bis Juli 2007 vorliegen.

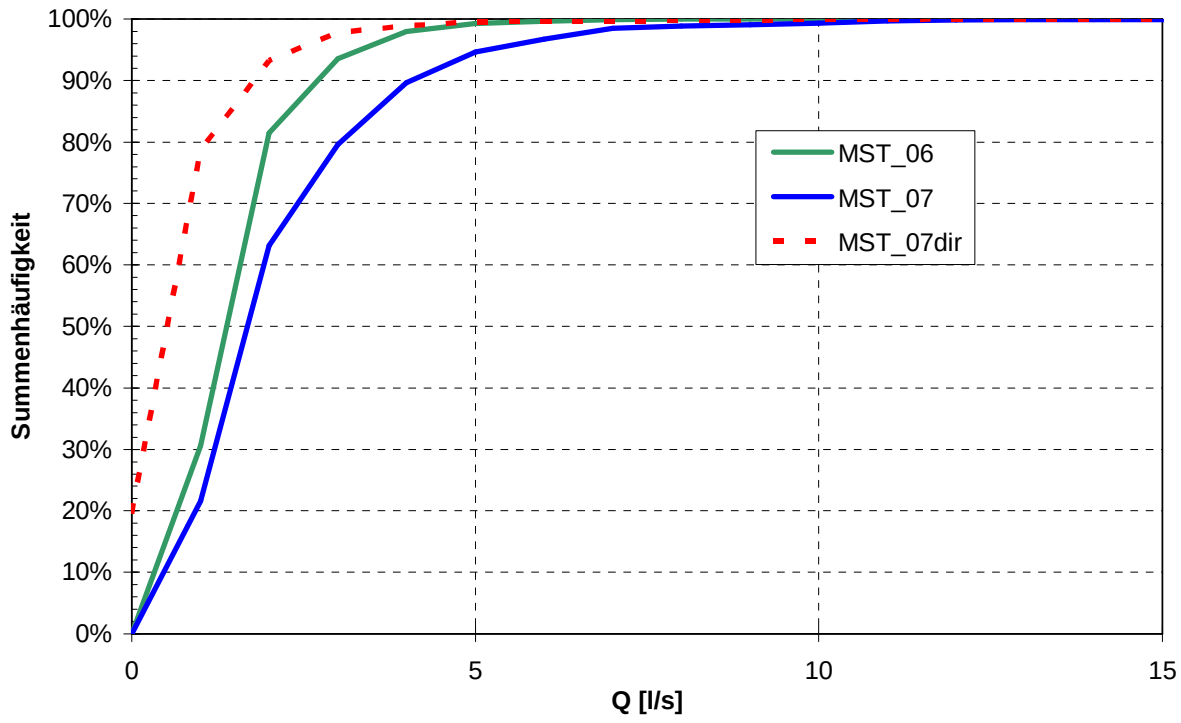


Bild 60: Summenhäufigkeitsverteilung der Abflüsse an den Durchflussmessstellen im Sorpetal

Die Summenhäufigkeitsverteilungen der Mst_06 und Mst_07 haben einen sehr ähnlichen Verlauf. An der Mst_06 wurden nur in 2 % der gemessenen Werte Abflussspitzen von 5 l/s und größer erreicht. Die Spitzenabflüsse an der Mst_07 sind in 5 % der Messdaten > 5 l/s. Eine Betrachtung der errechneten Summenhäufigkeitsganglinie für das direkte Einzugsgebiet der Mst_07 zeigt, dass lediglich in 2 % der Abflussspitzen Werte > 3 l/s erreicht werden.

Das Sorpetal ist eher fremdwasserunverdächtig, da der grundwasserträchtige Fremdwasseranteil mit 1,1 l/s an der Mst_06 und mit 0,4 l/s an der Mst_07 als vernachlässigbar eingestuft werden kann bzw. sich in dem Ungenauigkeitsbereich der Messgeräte bewegt. Die Abflussspitzen sind zwar ausgeprägt, fallen aber mit max. 13 l/s gemessen am Mischwasserzufluss zur Kläranlage von Q_M = 200 l/s nur mäßig ins Gewicht.

4.4.2.2.3 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in einigen Teilgebieten Handmessungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Je nach Art der Fremdwasserquelle hat der lokale Grundwasserstand einen großen Einfluss auf die Fremdwassermenge oder der Niederschlag auf den Abfluss im Schmutzwasserkanal. Auch die jahreszeitabhängigen Schwankungen werden in den teils sehr unterschiedlichen Messwerten deutlich. Zur Einordnung der Handmessergebnisse wurden diese auf das Messergebnis der zugehörigen stationären Messstelle (s. Tabelle 38) bezogen.

Nachfolgend sind in Tabelle 39 die mittels Handmessungen identifizierten Fremdwasserschwerpunkte in den einzelnen Teilgebieten tabellarisch aufgeführt. Die prozentualen Angaben der lokalisierten Fremdwassermengen beziehen sich dabei immer auf das direkte Teileinzugsgebiet.

Tabelle 39: Fremdwasserschwerpunkte in den jeweiligen Teileinzugsgebieten

Bezeichnung TEZG/ Fremdwasserschwerpunkt	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Fremdwasser des TEZG [%]	Anteil am gesamten EZG der KA *) [%]
Oberkirchen (Mst_05)			
Alte Poststr.	5,1	36	6,8
Überleitungssammler	4,8	34	6,4
Eggeweg	2,3	17	3,1
In der Riemeske	1,9	13	2,5
Zwischensumme	**14,1**	**100**	**19**
Gleidorf (Mst_08)			
Am Einheit (2. Zulauf RÜ)	7,3	61	9,8
An der Gleier (1. Zulauf RÜ)	3,7	30	4,9
Kirchstr. (3. Zulauf RÜ)	1,1	9	1,5
Zwischensumme	**12,1**	**100**	**16**

Bezeichnung TEZG/ Fremdwasserschwerpunkt	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Fremdwasser des TEZG [%]	Anteil am gesamten EZG der KA *) [%]
Gewerbegebiet Lake (Mst_10)			
Im Brauke	12,6	51	16,8
Lennequerung	6,0	24	8,0
Sammler südl. Falke	4,0	16	5,3
Sammler östl. Falke	2,1	9	2,8
Zwischensumme	**24,7**	**100**	**33**
Wohngebiet Robbecke/Im Alten Felde			
Im Alten Felde	2,0	61	2,7
Restliches TEZG	0,8	24	1,1
Robbecke	0,5	15	0,7
Zwischensumme	**3,3**	**100**	**4**
Grafschaft (Mst_12)			
Kloster	4,8	52	6,4
Hauptstr.	2,3	24	3,1
Am Stünzel	1,5	16	2,0
Am Wilzenberg	0,7	8	0,9
Zwischensumme	**9,3**	**100**	**12**
Südoststadt (Mst_13)			
Lenninghof	1,7	38	2,3
Grafschafter Str.	1,3	30	1,7
Scheeweg	1,0	24	1,3
Gerberweg	0,4	8	0,5
Zwischensumme	**4,4**	**100**	**6**
Summe	**67,9**	**-**	**90**

*) Die prozentualen Angaben beziehen sich auf $Q_{F,pM}$ = 74,8 l/s an der Mst_14 (kurz vor der KA Schmallenberg)

Oberkirchen

Die Fremdwasserschwerpunkte in Oberkirchen sind im Bereich der Post- und der Schützenstraße/Eggeweg zu finden. Als fremdwasserbehaftet kann ebenfalls der Überleitungssammler eingestuft werden. Hier treten rd. 36 % der an der stationären Mst_05 registrierten Fremdwassermenge über Undichtigkeiten in das Kanalnetz. Die Hauptfremdwasserquellen sind in den undichten Schächten zu finden. Inwiefern einige der in Winkhausen angeschlossenen Bauernhöfe ebenfalls Fremdwasser über die Hausanschlüsse zuleiten, muss in einer aktuellen Kamerabefahrung untersucht werden.

Große Fremdwassermengen in Oberkirchen werden durch drei an den Mischwasserkanal fehlangeschlossene Regenwasserkanäle eingeleitet. Der Regenwasserkanal aus dem Hardtweg wird von dem Mischwassersammler aus der Alten Poststraße abgeklemmt und direkt in die 10 m entfernte Lenne eingeleitet. In der Kreuzung Kirchstraße/Alte Poststraße besteht ebenfalls eine Verbindung vom Regenwasser- zum Mischwasserkanal. Diese Verbindung wird unterbrochen, sodass das Regenwasser zukünftig komplett in dem bestehenden Regenwasserkanal abgeführt wird. Des Weiteren existiert im Bereich des Wohngebietes „Auf der Hardt“ ein fehlangeschlossener Regenwasserkanal. Dieser soll zukünftig bis zum Regenüberlauf geführt und an die vorhandene Ablaufleitung angeschlossen werden. Die Umsetzung der Entflechtungen wird kurzfristig im Zuge der Straßensanierungsmaßnahmen erfolgen.

Stark fremdwasserbehaftet ist die **Alte Poststraße** mit rd. 34 % des in diesem Teileinzugsgebiet ermittelten Gesamtfremdwasserabflusses. Die Kamerabefahrungen in der Alten Poststraße haben gezeigt, dass neben einigen Undichtigkeiten im öffentlichen Kanalnetz erhebliche Mengen an Fremdwasser über die Hausanschlüsse in das Kanalnetz gelangen. Eine Auswahl der fremdwasserbehafteten Zuflüsse aus Hausanschlüssen ist in Bild 61 zusammengestellt.

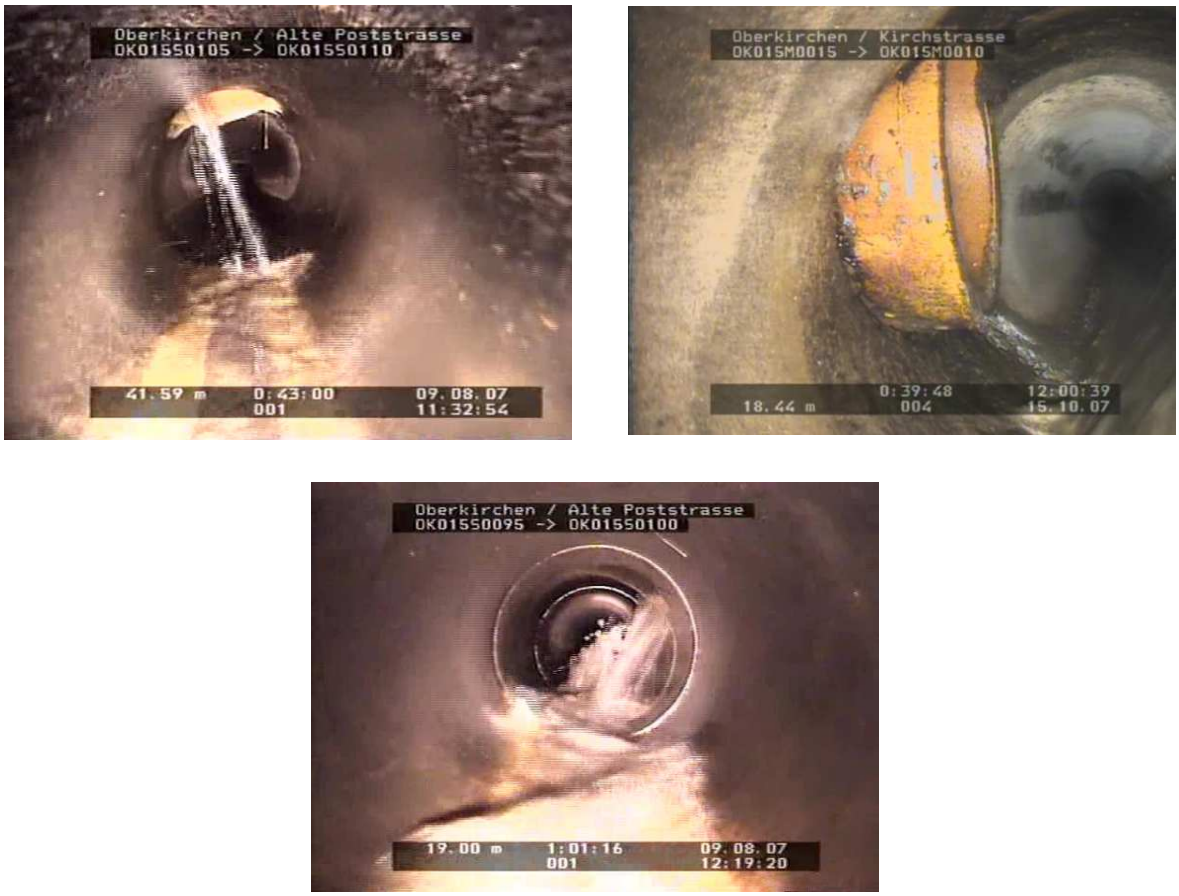


Bild 61: Wasserzufluss aus Hausanschlüssen in der Alten Poststraße

Auffällig in den befahrenen Haltungen war der hohe Anteil an nicht fachgerecht eingebauten Stutzen, die oftmals eindringendes Wasser zur Folge hatten (s. Bild 62).

Auch im weiteren Verlauf der Stutzen waren häufig nicht fachgerechte Ausführungen erkennbar, die während der TV-Inspektion keine Fremdwasserzutritte zeigten, aber als potenzielle Fremdwasserquelle je nach Grundwasserstand gelten. In Bild 62 ist eine offensichtlich angeschlossene Dränage an die Hausanschlussleitung zu sehen.



Bild 62: Wasserzufluss aus nicht fachgerecht eingebauten Stutzen in der Alten Poststraße/ angeschlossene Dränage

Die Schäden in der **Schützenstraße** und im **Eggeweg** liegen überwiegend in der privaten Kanalisation. Die Fotos in Bild 63 verdeutlichen, dass über die Hausanschlüsse nicht unerhebliche Fremdwassermengen in das Kanalnetz gelangen. Im öffentlichen Kanal ist eindringendes Wasser an einer Schachtanbindung und am Anschluss eines Stutzens gesichtet worden.



Bild 63: Ständiger Wasserzufluss aus Hausanschlüssen in der Schützenstraße

Die befahrenen Haltungen „**In der Riemeske**“ zeigten lediglich eine undichte Schachtanbindung, durch die Wasser in den Kanal eindrang.

Sorpetal

Das Sorpetal ist eher fremdwasserunverdächtig, da der grundwasserträchtige Fremdwasseranteil mit 1,1 l/s an der Mst_06 und mit 0,4 l/s an der Mst_07 als vernachlässigbar eingestuft werden kann bzw. sich in dem Ungenauigkeitsbereich der Messgeräte bewegt. Die Abflussspitzen sind zwar ausgeprägt, fallen jedoch mit max. 13 l/s bezogen auf den Mischwasserzufluss der Kläranlage von Q_M = 200 l/s nur mäßig ins Gewicht.

Gleidorf

In Gleidorf wurden Fremdwasserschwerpunkte im Norden entlang der Straße **„An der Gleier“** (B511) und im Westen in der Hauptstraße „**Am Einheit“** (B236) sowie in der **Bahnhofstraße** ausfindig gemacht. Kamerabefahrungen in diesen Bereichen haben gezeigt, dass der größte Anteil des Fremdwassers über die Hausanschlüsse in das Kanalnetz gelangt. Aus den Fotos in Bild 64 geht hervor, dass es sich dabei um nicht unerhebliche Fremdwasserzuflüsse handelt.

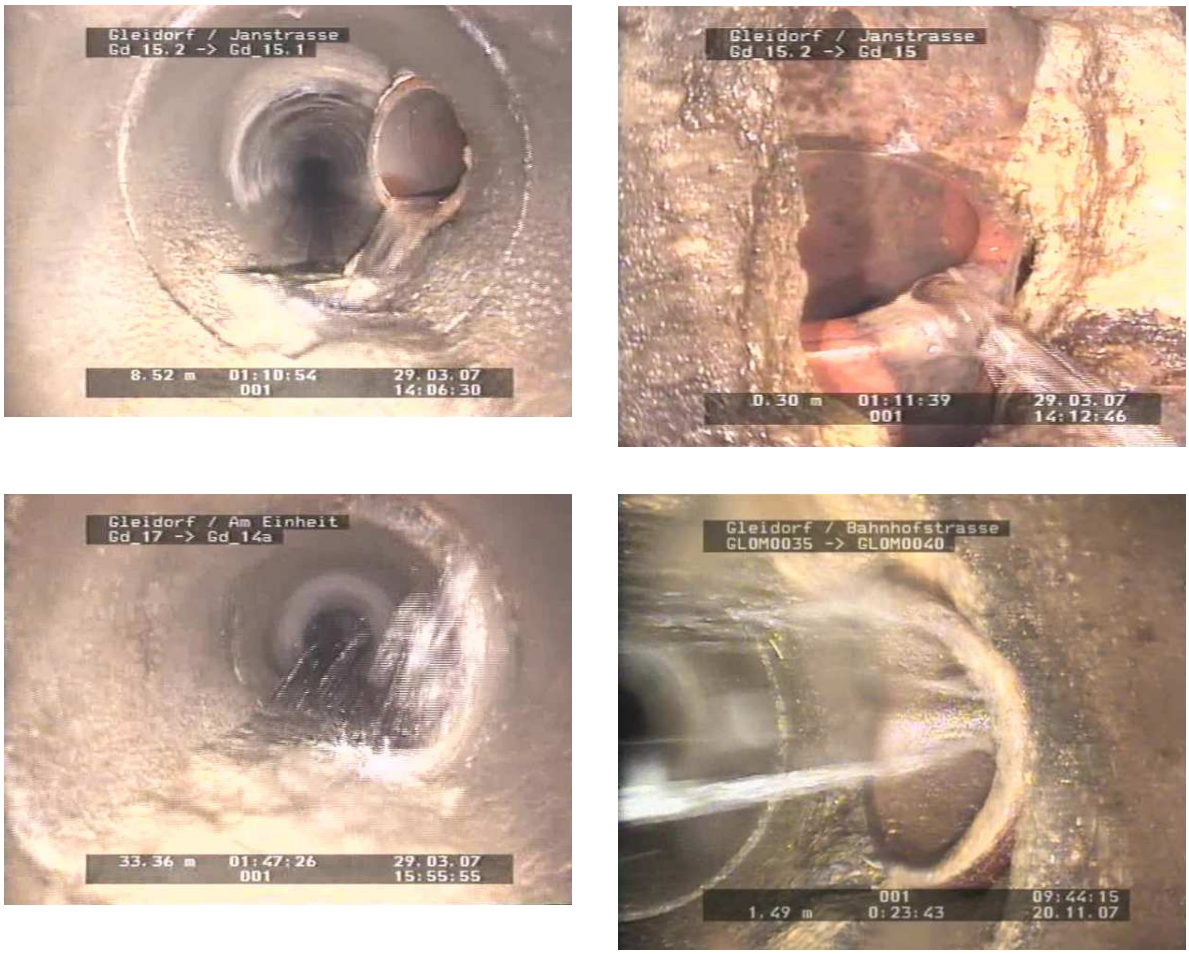


Bild 64: Ständiger Wasserzufluss aus Hausanschlüssen in Gleidorf

Die genaue Herkunft des Fremdwassers (angeschlossene Dränagen, defekte Hausanschlussleitungen) muss in weiteren Untersuchungen geprüft werden.

Während der Handmesskampagne ist eine direkt angeschlossene Dränage entdeckt worden, die mit einem Teich auf dem Nachbarsgrundstück verbunden ist (s. Bild 65). Weitere Fremdwasserquellen in Gleidorf sind undichte Schachtanbindungen und Muffen, die durch eindringendes Wasser oder durch Feuchtigkeit während der Kamerabefahrung aufgefallen sind. In Bild 65 ist eine der stärker beschädigten Schachtanbindungen zu erkennen.



Bild 65: Defekter Schacht mit direkt angeschlossener Dränage und eindringendem Wasser an einer Schachtanbindung in Gleidorf

Gewerbegebiet Lake

Die Hauptfremdwasserquellen in dem Gewerbegebiet Lake sind in der Straße **Im Brauke/Hünegräben** zu finden. Hier dringt der größte Teil des Fremdwassers über die Hausanschlüsse in das Kanalnetz. Neben angeschlossenen Dränagen werden hier Undichtigkeiten vermutet.

Besonders hervorzuheben sind zwei Hausanschlüsse in einer Anfangshaltung, die bereits beträchtliche Fremdwassermengen von durchschnittlich rd. 4,5 l/s in das Kanalnetz leiten. In Bild 66 sind die über Hausanschlüsse eindringenden Wassermengen zu erkennen.

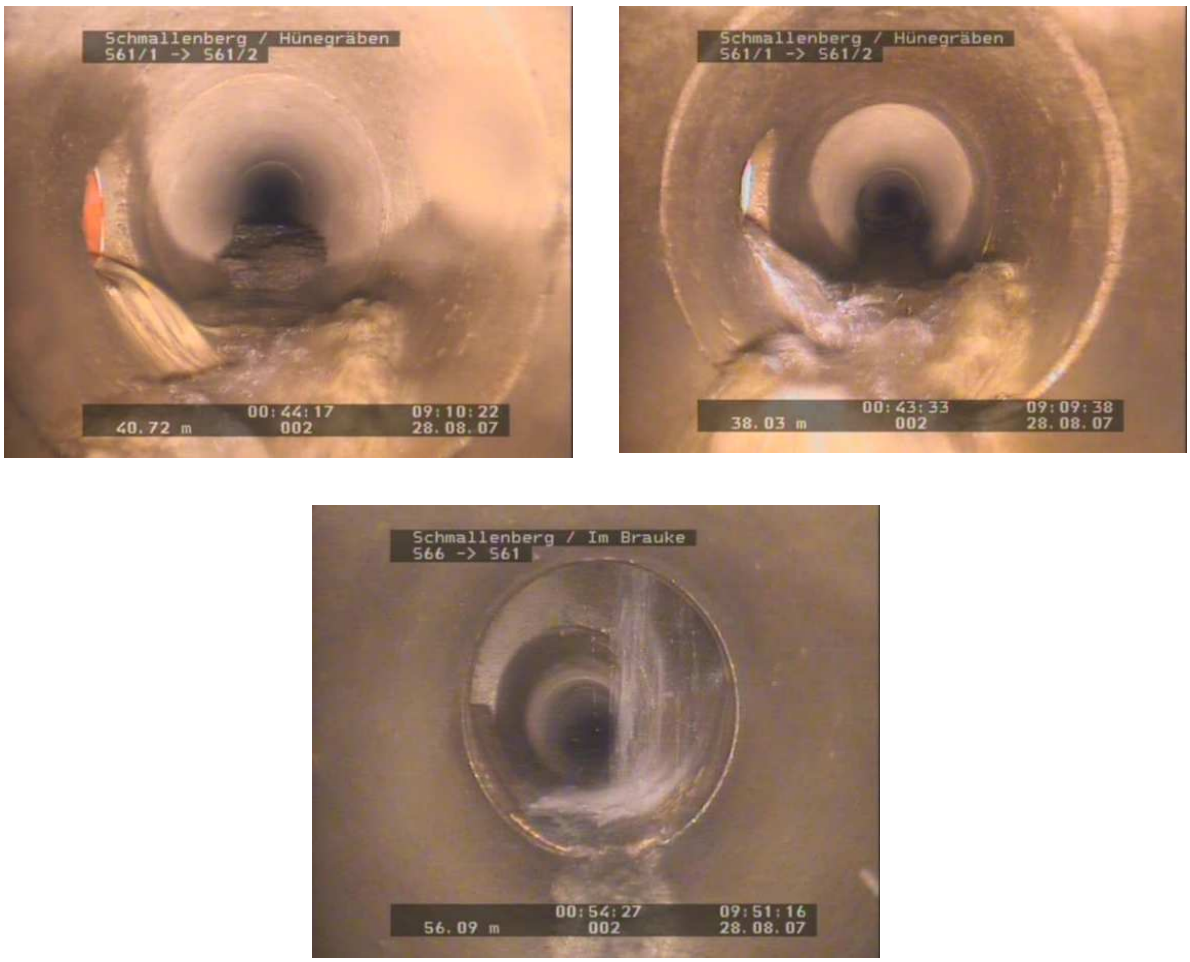


Bild 66: Fremdwassereintritte über Hausanschlüsse in der Straße Im Brauke/Hünegräben

Der öffentliche Kanal in der Straße „Im Brauke“ wies als Fremdwasserquellen undurchlässige, verschlossene Abzweige, undichte Muffen und defekte Rohrwandungen aufgrund von Materialermüdung auf.

Als weiterer Fremdwasserschwerpunkt wurde die **Querung** des Hauptsammlers mit der **Lenne** identifiziert. Es wurden neben der Haltung unter der Lenne noch zwei weitere vorgelagerte Haltungen mittels Kamera untersucht. Hier sind in jeder Haltung undichte Muffen mit eindringendem Wasser gefunden worden (s. Bild 67).

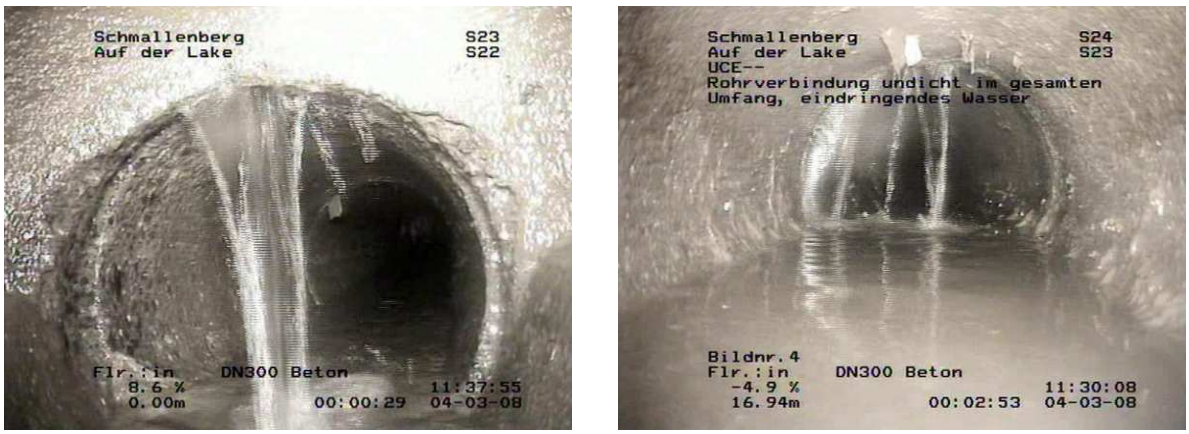


Bild 67: Fremdwassereintritte über undichte Muffen im Bereich der Lennequerung

Während der Handmesskampagne sind Undichtigkeiten in einigen Schächten in dem Sammler südlich der Fa. Falke aufgefallen (s. Bild 68). Die unmittelbare Lage im Lennevorland macht jede Undichtigkeit bei höheren Wasserständen zu einer Fremdwasserquelle. Der im östlichen Bereich der Fa. Falke verlaufende Sammler wird als fremdwasserunverdächtig eingestuft.



Bild 68: Fremdwassereintritt über undichte Schächte im Sammler südl. der Fa. Falke

Wohngebiet „An der Robbecke/Im Alten Felde“

Das Wohngebiet „An der Robbecke/Im Alten Felde“ ist lediglich mittels Handmessungen untersucht worden. Handmessungen an dem Zusammenfluss mit dem Hauptsammler aus Gleidorf kommend haben gezeigt, dass bei hohen Grundwasserständen Abflüsse von 8 – 28 l/s gemessen wurden. Am fremdwasserträchtigsten ist der östliche Bereich des Wohngebietes. Neben Undichtigkeiten in einigen Schächten und Haltungen sind Hausanschlüsse und ein an das Kanalnetz angeschlossener Bachlauf die Hauptfremdwasserquel-

len. In Bild 69 ist beispielhaft ein Fremdwasserzufluss aus einem Hausanschluss zu erkennen.



Bild 69: Fremdwassereintritt über Hausanschlüsse im Rotdornweg

Südoststadt

In Südoststadt sind vornehmlich punktuelle Fremdwasserquellen aufgefallen. In Bild 70 sind stark fremdwasserbehaftete Zuflüsse aus Hausanschlüssen zusammengestellt, die jeweils rd. 1 l/s Fremdwasser in das öffentliche Kanalnetz leiten. Fast 70 % des Fremdwasseranfalles in diesem Teileinzugsgebiet fallen in den Bereichen **Lenninghof** und **Grafschafterstraße** an.



Bild 70: Fremdwassereintritte über Hausanschlüsse in Südoststadt

Grafschaft

In Grafschaft wurde bereits im Jahr 2006 eine 3-monatige Fremdwassermesskampagne von der Rhein-Ruhr-Wassertechnik GmbH (RWWT) durchgeführt. Im Anschluss daran wurde von der Ruhr-Wasserwirtschafts-Gesellschaft (RWG) ein ganzheitliches Sanierungskonzept er-

stellt. Aus diesem Grund sind in Grafschaft im Rahmen dieser Messkampagne keine zusätzlichen Kamerabefahrungen durchgeführt worden, sondern es wurde auf die TV-Inspektionen aus dem Jahr 2006 zurückgegriffen.

Der Fremdwasserschwerpunkt in Grafschaft liegt in der **Hauptstraße.** Die große Anzahl an Undichtigkeiten in diesem Bereich des Kanalnetzes bestätigt dies.

Ein weiterer Fremdwasserschwerpunkt ist in der Straße „**Am Stünzel**“ zu finden. Hier sind nur vereinzelt einige Undichtigkeiten festgestellt worden. Die Hauptschäden bestehen aus Rissen bzw. Scherben, die allerdings zu dem Zeitpunkt der Kamerabefahrung kein eindringendes Wasser zeigten. In Bild 71 sind zwei typische Schadensbilder in der Straße „Am Stünzel“ zu erkennen.´



Bild 71: Fremdwassereintritt über fehlendes Wandungsteil/Scherbenbildung bzw. Risse

Aus der nachfolgenden Zusammenstellung in Tabelle 40 können die aktuellen Fremdwasserabflüsse, die zukünftige Fremdwasserreduzierung und die dazugehörigen Schäden entnommen werden. Die reduzierte Fremdwassermenge wurde anhand der TV-Befahrungen und der Ergebnisse der Handmessungen abgeschätzt. Ebenso ist versucht worden, die Nachhaltigkeit der Fremdwassersanierung mit einfließen zu lassen. Eine detaillierte Aufstellung aller Schäden mit den dazugehörigen Sanierungskosten folgt.

Tabelle 40: Voraussichtlicher Fremdwasserabfluss der Teileinzugsgebiete nach der Sanierung

Bezeichnung TEZG	zuge-hörige stat. Mst.	Fremdwasserquellen	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
			$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
Oberkirchen	Mst_05	undichte Schacht-anbindungen, Muffen u. Rohrwandungen; Hausanschlüsse; fehlang. Flächen bzw. fehlang. Regenwasser-kanäle	14,1	19	8	11
Mittel- und Obersorpe	Mst_06	fehlangeschlossene Flächen	1,1	2	0	0
Untersorpe	Mst_07	fehlangeschlossene Flächen	0,3	0,2	0	0
Gleidorf	Mst_08	undichte Schacht-anbindungen, Muffen u. Rohrwandungen; Hausanschlüsse	12,1	16	6	8
HS Gleidorf	Mst_09	k.A.	0	0	0	0
Lake	Mst_10	undichte Schacht-anbindungen, Muffen u. Rohrwandungen; Hausanschlüsse	24,7	33	16	21
Wohngebiet Robbecke/Im Alten Felde (HS Kurpark)	Mst_11	undichte Schacht-anbindungen, Muffen u. Rohrwandungen; Hausanschlüsse; angeschl. Bachlauf	3,3	4	1	1
Grafschaft	Mst_12	undichte Schacht-anbindungen, Muffen u. Rohrwandungen; fehlang. Flächen	9,3	12	4	5
Südoststadt	Mst_13	undichte Hausanschlüsse	4,4	6	1	1
Kernstadt Schmallenberg	Mst_14	k.A.	5,5	7	0	0
KA Schmallenberg	Mst_20	k.A.	0	0	0	0
Summe Fremdwasser			**74,8**	**100**	**36**	**47**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall $Q_{F,pM}$ = 74,8 l/s an der Mst_14 (kurz vor der Kläranlage)

Von dem in der Messkampagne aufgezeichneten mittleren Fremdwasserabfluss von 74,8 l/s können bei erfolgreicher Sanierung 36 l/s des Fremdwassers reduziert werden. Es verbleiben rd. 53 % des Fremdwassers im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg.

4.4.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Dieses Kapitel bietet eine Gesamtübersicht der aufgefundenen Schäden, gemessenen Fremdwassermengen und des Reduktionspotenziales.

Die bisherigen Fremdwasserangaben repräsentieren lediglich den Messzeitraum der ersten Jahreshälfte 2007. Die bislang gesammelten Erfahrungen zeigen, dass der Jahresbeginn in der Regel einen höheren Fremdwasserabfluss aufweist als der Rest des Jahres. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den über mehrere Jahre ermittelten Mengen der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der letzten Jahre (2000 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert.

Im EZG der KA Schmallenberg lag der langjährige Faktor im Mittel über die Jahre 2000 bis 2007 bei 1,14 (s. Tabelle 41). Die Auswertung der Zuflussmessung der Kläranlage ergab für das Jahr 2007 einen Faktor von 1,13. Mit Hilfe des Faktors 1,13 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert.

Tabelle 41: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Schmallenberg

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis Jan - Juni zum Jahresmittel
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	
2000	73	134	117	46	34	34	41	37	41	51	62	56	73,0 l/s	60,6 l/s	1,20
2001	57	73	80	67	38	34	30	26	59	42	50	56	58,0 l/s	50,9 l/s	1,14
2002	49	72	56	34	39	34	44	46	30	46	77	32	47,3 l/s	46,6 l/s	1,02
2003	76	60	54	35	35	39	32	26	26	34	40	65	49,9 l/s	43,4 l/s	1,15
2004	68	67	57	54	47	36	33	34	36	38	44	43	54,8 l/s	46,4 l/s	1,18
2005	76	68	58	62	49	31	31	41	33	25	41	70	57,3 l/s	48,6 l/s	1,18
2006	46	47	58	66	52	42	29	34	36	28	56	57	51,9 l/s	46,0 l/s	1,13
2007	**122**	**86**	**74**	**38**	**43**	**61**	**55**	**65**	**55**	**38**	**53**	**62**	**70,7 l/s**	**62,7 l/s**	**Messjahr 1,13**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,14

In Bild 72 sind die auf Jahresmittelwerte umgerechneten Fremdwasseranteile in den einzelnen Teilgebieten zur Orientierung in der bereits bekannten Systemskizze angegeben. Die Fremdwasserverteilung bleibt in gleicher Größenordnung nur mit dem Unterschied bestehen, dass sich die absoluten Fremdwassermengen verringert haben.

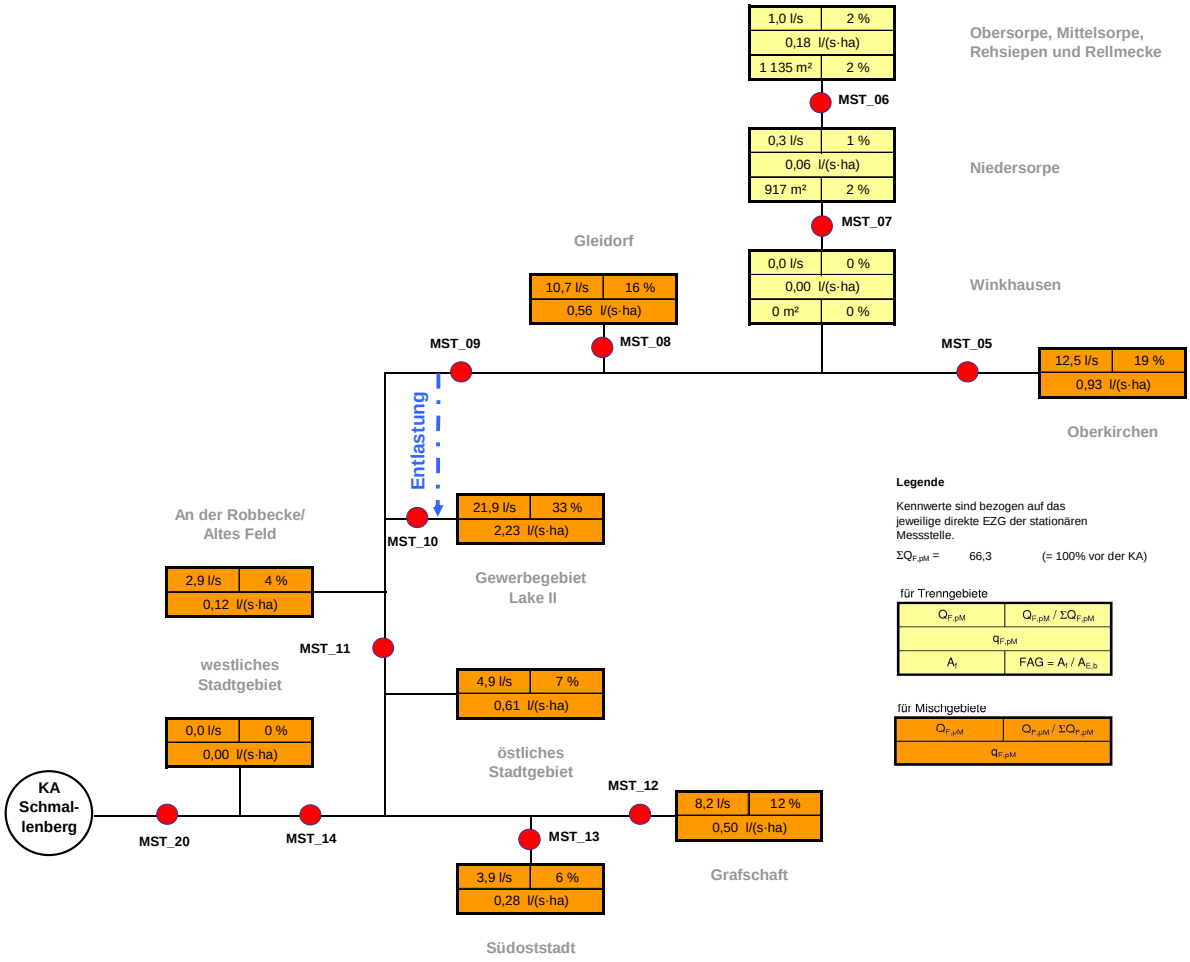


Bild 72: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007)

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist.

Dazu zeigt Tabelle 42 eine Übersicht, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes, die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Insgesamt lassen sich durch die im Anschluss aufgeführten Sanierungsmaßnahmen im Jahresmittel ca. 32 l/s bzw. 47 % des Fremdwassers langfristig reduzieren.

Tabelle 42: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen

Bezeichnung	Messzeitraum Jan - Juni 2007	2007	reduzierbares Fremdwasser (bezogen auf die Mst_14*)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
Oberkirchen - Ortschaft	14,1	12,5	4,4	7
Oberkirchen Überleitungssammler			2,7	4
Gleidorf	12,1	10,7	5,3	8
Gewerbegebiet Lake	24,7	21,9	8,9	13
Gewerbegebiet Lake - Lennequerung			5,3	8
Wohngebiet Robbecke/Im Alten Felde	3,3	2,9	0,9	1
Südoststadt	4,4	3,9	0,9	1
Grafschaft	9,3	8,2	3,5	5
Summe	**67,9**	**60,1**	**31,9**	**47**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall $Q_{F,pM}$ = 74,8 l/s bzw. $Q_{F,aM}$ = 66,2 l/s an der Mst_14

4.4.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

4.4.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation müssen die lokalisierten Fremdwasserquellen im EZG der KA Schmallenberg möglichst zeitnah beseitigt werden. Mit Hilfe der Stadt Schmallenberg wurden für die entdeckten fremdwasserbehafteten Schäden Sanierungsmöglichkeiten und Kosten ermittelt.

Die Stadt Schmallenberg hat die Bewohner von Schmallenberg angeschrieben und aufgefordert, defekte Hausanschlüsse zu sanieren und Dränagen abzuklemmen.

Oberkirchen

In Oberkirchen werden die fremdwasserbehafteten Schäden im öffentlichen Kanalnetz überwiegend mittels Reparatur beseitigt. Dabei werden größtenteils Partliner eingesetzt. Haltungen mit zahlreichen Rissen und/oder die zu Scherbenbildung neigen, sollen durch Schlauchliner saniert werden. In Oberkirchen wird dieses Renovierungsverfahren für fünf Haltungen vorgeschlagen. Undichte Schächte und Schachtanbindungen werden mittels Injektionen und einer anschließenden Beschichtung abgedichtet.

Im Zuge der Straßenbaumaßnahmen in der Alten Poststraße wird ebenfalls die historisch bedingt vorliegende Misch- und Trennentwässerung komplett in ein Trennsystem umgewandelt.

Die in drei Mischwasserschächten endende Regenwasserkanalisation wird im Zuge der Straßenbaumaßnahmen umgeklemmt und zum Vorfluter geführt bzw. an einen vorhandenen Regenwasserkanal angeschlossen.

Auffällig in Oberkirchen waren zahlreiche Fremdwasserquellen, die auf den privaten Grundstücken zu suchen sind. Da keine Untersuchung in den Hausanschlussleitungen durchgeführt wurde, können keine konkreten Sanierungsverfahren benannt werden. Aufgrund der Vielzahl von bestehenden Regenwasserkanälen ist ein gesondertes Ableiten von Dränagewasser in Oberkirchen technisch einfacher und kostengünstiger realisierbar als z. B. im Teileinzugsgebiet Gleidorf.

Der Überleitungssammler von Oberkirchen in Richtung Winkhausen weist lt. Kamerabefahrungen älteren Datums überwiegend Undichtigkeiten in den Schächten auf. Von den vorhandenen 28 Schächten werden 16 durch Abriss außer Betrieb genommen. Die verbleibenden 12 Schächte werden entweder neu gebaut oder saniert.

Gleidorf

Die Hauptfremdwasserquellen in Gleidorf sind im privaten Kanalisationsnetz zu finden. An vielen Hausanschlüssen wurde während der Kamerabefahrung ein ständiger Wasserzufluss beobachtet. Sanierungsverfahren der Hausanschlüsse können hier ebenso wenig festgelegt werden wie in Oberkirchen.

Die Schäden im öffentlichen Kanal, wie Undichtigkeiten in den Schachtanbindungen, undichte Muffen und nicht fachgerecht eingebaute Stutzen mit eindringendem Wasser, werden mittels Reparaturverfahren saniert.

Gewerbegebiet Lake

Zur Beseitigung der Undichtigkeiten im öffentlichen Kanal kommen die bereits aufgeführten Sanierungsverfahren (Partliner, Schlauchliner und Injektion inkl. Beschichtung) zum Einsatz.

In der Straße „Am Brauke“ ist es erforderlich, die Hausanschlüsse zu sanieren bzw. die Dränagen abzuklemmen. Hier ist kein Regenwasserkanal oder Vorfluter in unmittelbarer Nähe, sodass der technische Aufwand für eine alternative Ableitung des Dränagewassers vergleichsweise hoch ist.

Robbecke/Im Alten Felde

Im Wohngebiet „Im Alten Felde“ sind einige Reparaturen im öffentlichen Kanal erforderlich. Im Kreuzdornweg ist ein temporär wasserführender Bachlauf an das Kanalnetz angeschlossen, der aus dem Entwässerungssystem entfernt werden muss. Es ist vorgesehen, das anfallende Wasser in das nächstgelegene Gewässer abzuleiten.

Südoststadt

In Südoststadt wurden während der Messkampagne vornehmlich Fremdwasserzutritte aus einigen Hausanschlüssen beobachtet, die nach zusätzlichen Untersuchungen saniert werden.

Grafschaft

In Grafschaft ist ein Sanierungskonzept von der RWG erstellt worden. Im Rahmen der Fremdwasseruntersuchung wurde darauf zurückgegriffen. Es wurden lediglich die Sanierungsverfahren und Kosten übernommen, die den fremdwasserträchtigen Schäden in den Fremdwasserschwerpunkten zugeordnet werden konnten.

4.4.3.2 Ermittlung der Kosten der einzelnen Maßnahmen

Die Kosten für die Sanierungen im öffentlichen Kanalnetz sind von der Stadt Schmallenberg ermittelt worden und im Anhang B einsehbar. Erforderliche Sanierungen für die Grundstücksentwässerungen wurden mit Hilfe eines Pauschalansatzes von rd. 10.000 € brutto je Anschluss in Mischgebieten und mit rd. 5.000 € brutto in Trenngebieten abgeschätzt. Die Sanierungskosten für Grundstücksentwässerungen in Mischgebieten sind gegenüber den in Trenngebieten höher angesetzt worden, da für angeschlossene Dränagen erst eine Möglichkeit zur Vorflut geschaffen werden muss. Die Untersuchung der privaten Kanäle ist nicht Gegenstand dieses Untersuchungsvorhabens, sodass genaue Kostenkalkulationen erst nach zusätzlichen Inspektionen dieser möglich sind. In Tabelle 43 sind die Sanierungskosten für die jeweiligen Teileinzugsgebiete zusammengefasst. Die Kosten für die Maßnahmen wurden abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

Tabelle 43: Zusammenstellung der Sanierungskosten

Einzugsgebiet	Sanierungskosten brutto		
	öffentl. Kanalisation [€]	private Leitungen [€]	Summe [€]
Oberkirchen - Ortschaft	154.300	74.000	228.300
Oberkirchen Überleitungssammler	55.000	0	55.000
Gleidorf	52.200	122.000	174.200
Gewerbegebiet Lake	20.200	70.000	90.200
Gewerbegebiet Lake - Lennequerung	20.800	0	20.800
Wohngebiet Robbecke/ Im Alten Felde	59.300	70.000	129.300
Südoststadt	0	30.000	30.000
Grafschaft	140.700	25.000	165.700
Summe	**502.500**	**391.000**	**893.500**

Die Sanierungen erfordern mit 228.300 € in Oberkirchen, 174.200 € in Gleidorf und 165.700 € in Grafschaft mitunter den höchsten Investitionsbedarf. Die geringsten Investitionskosten fallen bei der Sanierung der Lennequerung im Gewerbegebiet Lake an.

4.4.3.3 Alternative Maßnahmenkonzepte

Neben den oft aufwendigen und kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen im Kanalnetz können alternative Maßnahmen beim Betrieb der Regenbecken die Mischwasseremissionen kurzfristig reduzieren. Hierzu gehören Drosselanpassungen in Abhängigkeiten der regionalen Fremdwasserabflüsse.

Auch die Erhöhung des Mischwasserabflusses zur Kläranlage wirkt sich positiv auf die gesamte entlastete Mischwassermenge aus. Dies ist bis zu einer gewissen Zuflussmenge ohne massive bauliche Veränderungen möglich.

Der Bau von zusätzlichem Behandlungsvolumen im Kanalnetz ist lt. Schmutzfrachtberechnung 2001 [34] in diesem Einzugsgebiet nicht vorgesehen, sodass Fremdwasserreduktionen keine Auswirkungen auf das noch zu realisierende Bauvolumen haben.

Im Rahmen der im Anschluss an das Untersuchungsvorhaben durchzuführenden Integralen Entwässerungsplanung werden detaillierte modelltechnische Betrachtungen zu den möglichen alternativen Maßnahmenkonzepten vorgenommen.

4.4.4 Bewertung

4.4.4.1 Ermittlung des Nutzwertes der Sanierungsmaßnahmen bzw. Fremdwasserschwerpunkte (Nutzwertanalyse)

Zur sicheren Abschätzung der Handlungsoptionen ist neben den Kosten auch der zu erzielende Nutzen von Bedeutung. Dazu wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetz- sowie auf die Kläranlagenemissionen und die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Die Methodik der Nutzwertanalyse und die Bewertungskriterien im Einzelnen sind im Kapitel 2.4 beschrieben. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Orte bzw. Fremdwasserschwerpunkte beurteilt.

Es wurden die Fremdwasserschwerpunkte Oberkirchen, Gleidorf, Gewerbegebiet Lake, Robbecke/Im Alten Felde, Südoststadt und Grafschaft in der Nutzwertanalyse untersucht. Die Fremdwasserschwerpunkte beziehen sich hauptsächlich auf kompakte geschlossene Entwässerungsgebiete. Lediglich der Überleitungssammler von Oberkirchen in Richtung Winkhausen und die Lennequerung im Gewerbegebiet Lake wurden neben den Ortschaften als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft. In Tabelle 44 sind die ermittelten Nutzwerte für die jeweiligen Einzugsgebiete zusammengefasst. Im Anhang C sind die acht Bewertungsmatrizes für jedes Einzugsgebiet dokumentiert. Die als Ranking dargestellten Ergebnisse der Nutzwertanalyse sind in Bild 73 als Balkendiagramm aufgetragen.

Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Tabelle 44: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche

Rang	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
		Abwasserabgabenrelevanz	Fremdwasserreduzierung	Kanalnetzemissionen	Kläranlagenemissionen	Immissionssituation	**Summe**
1	Lake - Ortslage	60	24	24	26	6	**140**
2	Lake - Lennequerung	30	28	0	20	6	**84**
3	Gleidorf	30	23	0	20	6	**79**
4	Oberkirchen - Ortslage	30	21	0	6	6	**63**
5	Oberkirchen - Überleitungssammler	0	26	0	0	6	**32**
6	Grafschaft	0	22	0	0	6	**28**
7	Südoststadt	0	20	0	0	6	**26**
7	Robbecke/Im Alten Felde	0	20	0	0	6	**26**

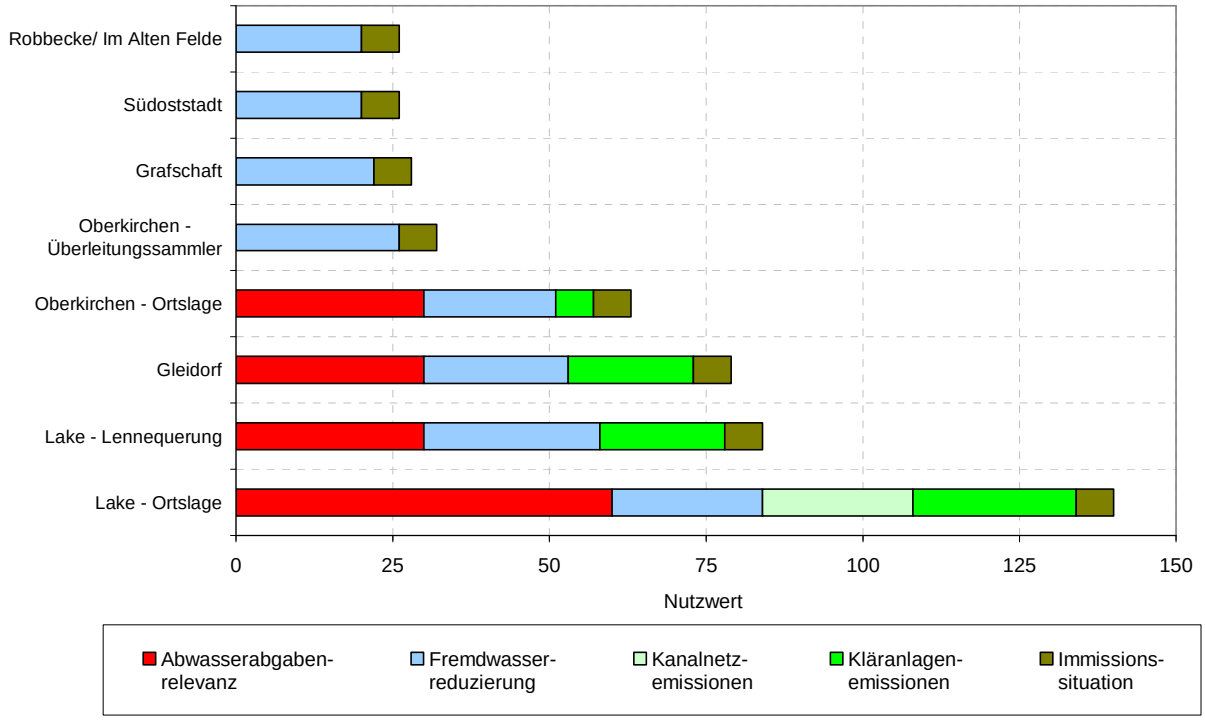


Bild 73: Zusammenstellung der Nutzwerte

Ausschlaggebend für den Nutzwert ist vor allem das Kriterium der Abwasserabgabenrelevanz und der Kanalnetzemissionen.

Die Höhe der Abwasserabgabe wird nur in den Fremdwasserschwerpunkten reduziert, in denen das Fremdwasserreduzierungspotenzial mehr als 5 % beträgt. In Schmallenberg ist die Fremdwasserreduzierung in dem Gewerbegebiet Lake mit einem Reduzierungspotenzial von 13 % am höchsten, sodass hier die meisten Punkte in dem Kriterium „Abwasserabgabenrelevanz“ erzielt werden. Die Nutzwerte der Abwasserabgabenrelevanz sind in den Fremdwasserschwerpunktgebieten Lake (Lennequerung), Gleidorf und Oberkirchen (Ortslage) mit 30 Punkten identisch. Das Fremdwasserreduzierungspotenzial liegt in diesen Gebieten zwischen 5 und 10 %. Keine Abwasserabgabenrelevanz haben die Sanierungsmaßnahmen in den Gebieten Oberkirchen (Überleitungssammler), Grafschaft, Südoststadt und Robbecke/Im Alten Felde.

Für das Kriterium „Kanalnetzemissionen“ beschränkt sich die Bewertung auf den Verhältniswert nach A 128 vom erforderlichen zum vorhandenen Beckenvolumen, die jährliche Entlastungsdauer und die CSB-Emissionen an der Mischwassereinleitung. In dem Einzugsgebiet KA Schmallenberg kommt dieses Bewertungskriterium nur in dem Fremdwasserschwerpunkt Lake (Ortslage) zum Tragen. Durch die Fremdwasserreduzierung wird es an der nachfolgenden Niederschlagswasserbehandlungsanlage SK Lake zu einer mäßigen Verringerung der Entlastungsdauer und zu einer mäßigen Verbesserung der CSB-Emissionen kommen. Der Verhältniswert nach A 128 vom erforderlichen zum vorhandenen Beckenvolumen verringert sich durch die Fremdwasserreduzierungen in diesem Schwerpunktgebiet um 30 %.

Die Fremdwasserreduzierungen führen nur in einigen Teileinzugsgebieten zu einer Verbesserung der Reinigungsleistung und folglich zu einer Verminderung der Kläranlagenemissionen. Gebiete mit einem Fremdwasserreduzierungspotenzial von mehr als 5 % erzielen eine geringfügige Verbesserung der Nährstoffelimination von 1 bis max. 2 %. Basis war hierbei die Eliminationsleistung von 2007. Diese betrug beim CSB 87 %, beim Parameter N_{ges} 62 % und bei P_{ges} 74 %.

Das Bewertungskriterium „Fremdwasserreduzierung“ ist mit Nutzwerten von 20 bis 28 Punkten bei allen Teileinzugsgebieten nahezu gleich. Bei der Bewertung der absoluten Reduzierung des Fremdwasseranfalls spielt neben der absoluten Menge der Fremdwasserreduzierung auch der spezifische Fremdwasseranfall eine Rolle. Des Weiteren wird die Höhe des Nutzwertes „Fremdwasserreduzierung“ von den Kriterien „Grundwasseranstieg als Folge der Sanierungen“ und „Nachhaltigkeit der Sanierungen“ beeinflusst. Unter Nachhaltigkeit wird der langfristige Erfolg der Sanierung verstanden, d. h. neben dem Sanierungsverfahren

spielt auch der mögliche Wiedereintritt des Fremdwassers über Hausanschlüsse nach Abdichtung des öffentlichen Kanals eine Rolle.

Die Immissionssituation wird durch die Fremdwassersanierungsmaßnahmen in dem Einzugsgebiet der KA Schmallenberg nicht verändert. Die Gewässergüte der Hauptvorfluter beträgt im Ausgangszustand II und wird nicht durch die Fremdwasserreduzierung verbessert. Daher ist der Nutzwert von 6 bei allen Fremdwasserschwerpunkten identisch.

Den höchsten Gesamtnutzwert haben die Sanierungsmaßnahmen im Gewerbegebiet Lake. Die Schwerpunktgebiete Lake (Lennequerung), Gleidorf und Oberkirchen (Ortslage) erhalten mittelmäßige Nutzwerte, da hier die Fremdwasserreduzierung geringer ausfällt. Die geringsten Nutzwerte in diesem Einzugsgebiet zeigen Oberkirchen (Überleitungssammler), Grafschaft, Südoststadt und Robbecke/Im Alten Felde. Die Fremdwasserreduktion ist in diesen Gebieten so gering, dass diese nur minimale Auswirkungen auf das gesamte Entwässerungssystem haben. Es wird weder die Abwasserabgabe reduziert noch verringern sich die Kläranlagen- und Kanalnetzemissionen.

4.4.4.2 Abschätzung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Werden der Nutzwert und die Sanierungskosten ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich die in der Tabelle 45 aufgeführte Rangfolge.

Tabelle 45: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Rang	Fremdwasserschwerpunkt	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Lake - Lennequerung	84	20.800	**4,04**
2	Lake - Ortslage	140	90.200	**1,55**
3	Südoststadt	26	30.000	**0,87**
4	Oberkirchen - Überleitungssammler	32	55.000	**0,58**
5	Gleidorf	79	174.200	**0,45**
6	Oberkirchen - Ortslage	63	228.300	**0,28**
7	Robbecke/Im Alten Felde	26	129.300	**0,20**
8	Grafschaft	28	165.700	**0,17**

Hier ergeben sich andere Prioritäten als bei der alleinigen Betrachtung der Nutzwerte. Es ist deutlich zu erkennen, dass das Nutzwert-Kosten-Verhältnis klar von den Kosten beeinflusst wird.

Aufgrund des hohen Nutzwertes gegenüber den geringen Kosten sind die Fremdwasserreduzierungsmaßnahmen der Lennequerung im Gewerbegebiet Lake am effizientesten. Der Nutzwert-Kosten-Faktor ist mit rd. 4 in diesem Einzugsgebiet am höchsten. Nutzwert-Kosten-Verhältnisse > 1 werden nur noch in dem Gewerbegebiet Lake (Ortslage) erreicht. Dieser Fremdwasserschwerpunkt zeichnet sich durch verhältnismäßig geringe Kosten und den höchsten Nutzwert in diesem Einzugsgebiet aus. Trotz des geringsten Nutzwerts von nur 26 Punkten ist der Fremdwasserschwerpunkt Südoststadt auf dem 3. Rang zu finden. Auch hier beeinflussen die sehr geringen Investitionskosten das Nutzwert-Kosten-Verhältnis.

In Gleidorf, Oberkirchen, Grafschaft und in dem Wohngebiet Robbecke/Im Alten Felde ist der technische Aufwand im Verhältnis zu der Fremdwasserreduzierung sehr hoch, sodass sie an das Ende der Prioritätenliste gesunken sind. Die Nutzwert-Kosten-Verhältnisse fallen mit Werten < 0,5 sehr gering aus.

Zusammenfassend sind in Bild 74 die in der Nutzwertanalyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in Rot-Abstufungen dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete in Schmallenberg, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden.

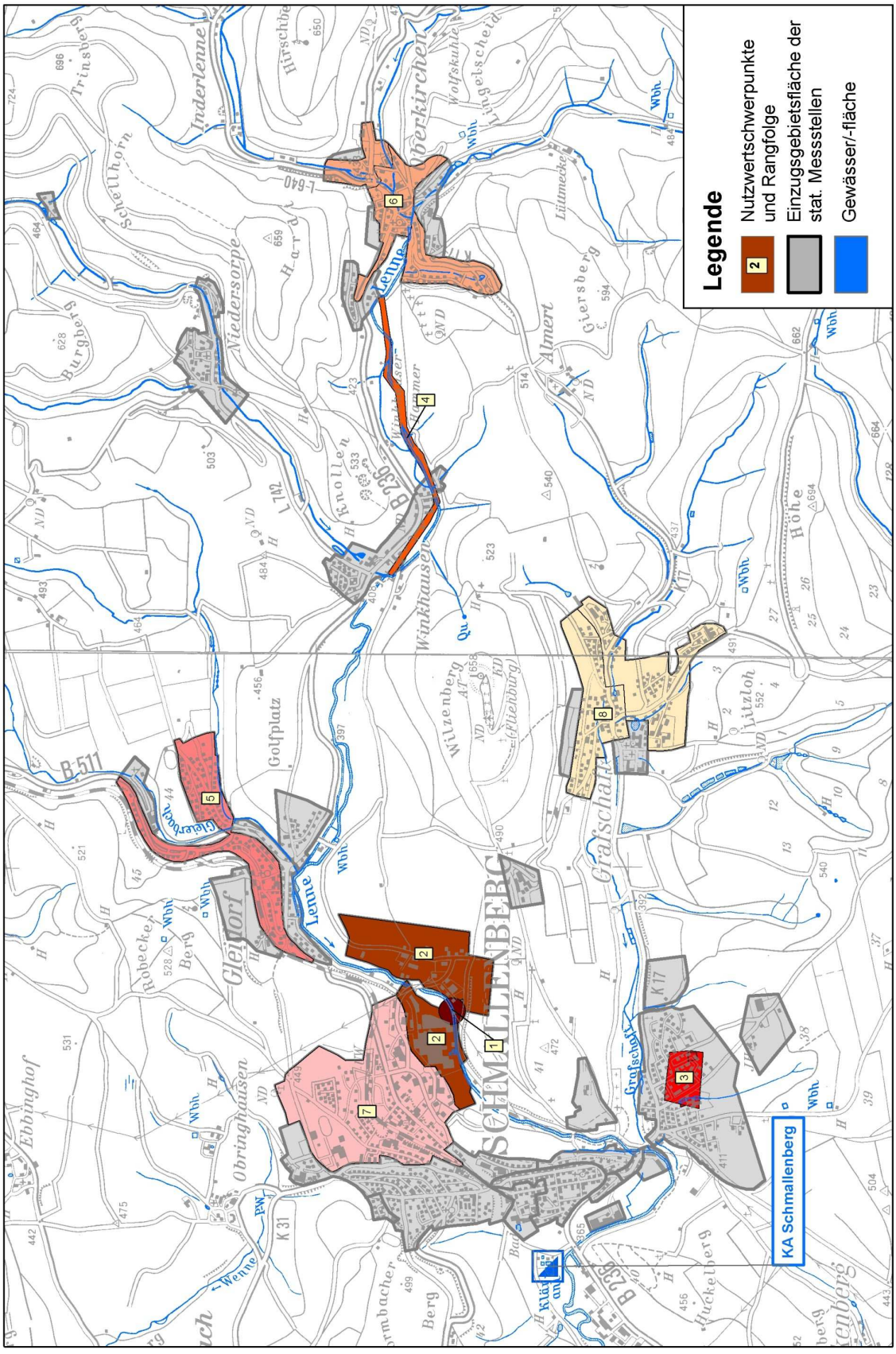


Bild 74: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

4.5 KA Schmallenberg-Bracht

4.5.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

4.5.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Bracht ist der westlichst gelegene Ortsteil der Stadt Schmallenberg an der Grenze zum Kreis Olpe (s. Bild 75). Er liegt in einem Hochtal auf einer Höhe von 382 - 430 m ü.NN, das an drei Seiten von Bergen umgeben ist. Im Süden liegen die Saalhauser Berge, nur nach Nordost ist dieses Tal geöffnet [45]. An die Kläranlage ist lediglich der Ort selbst angeschlossen. Die Bebauung zeigt überwiegend ländlichen Charakter mit ein- bis max. zweigeschossiger Bauform. In Bracht sind einige landwirtschaftliche und gewerbliche Betriebe ansässig.

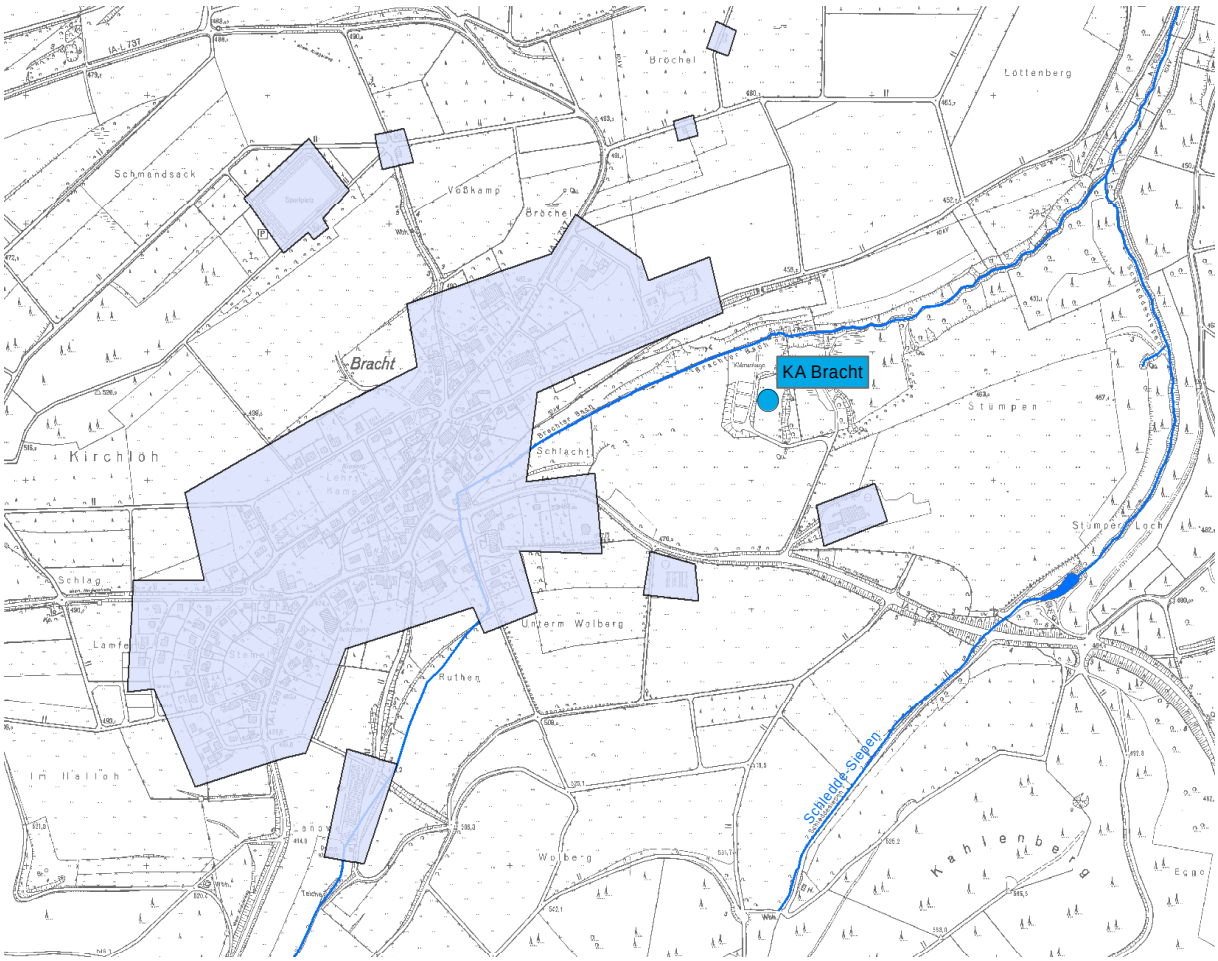


Bild 75: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Bracht

4.5.1.2 Siedlungsentwässerung

4.5.1.2.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das Einzugsgebiet der KA Bracht weist eine kanalisierte Fläche von rd. 40 ha auf. Der befestigte Anteil beträgt rd. 10 ha der Gesamtfläche und entspricht einem durchschnittlichen Befestigungsgrad von 25 %. Das zu entwässernde Gebiet ist voll kanalisiert und zu 100 % trennentwässert.

Zur Erhebung der Abwassergebühr wird der Frischwasserverbrauchsmaßstab angewandt. Die Stadt Schmallenberg arbeitet zz. an der Umsetzung des gesplitteten Gebührenmaßstabes.

4.5.1.2.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der KA Bracht vorgenommen, um eine orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der KA Bracht für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet. Dazu wurden die zwei ortsnahen Niederschlagsmessstationen Schmallenberg-Sellinghausen und Schmallenberg-Holthausen herangezogen.

In Bild 76 sind der Trockenwetterabfluss als Mittel über den Auswertezeitraum ($Q_{T,aM}$), der Jahresniederschlag (h_{NA}) und der Fremdwasserabfluss als Jahresmittel ($Q_{F,aM}$) nach der Jahresschmutzwassermethode (JSWM) dargestellt.

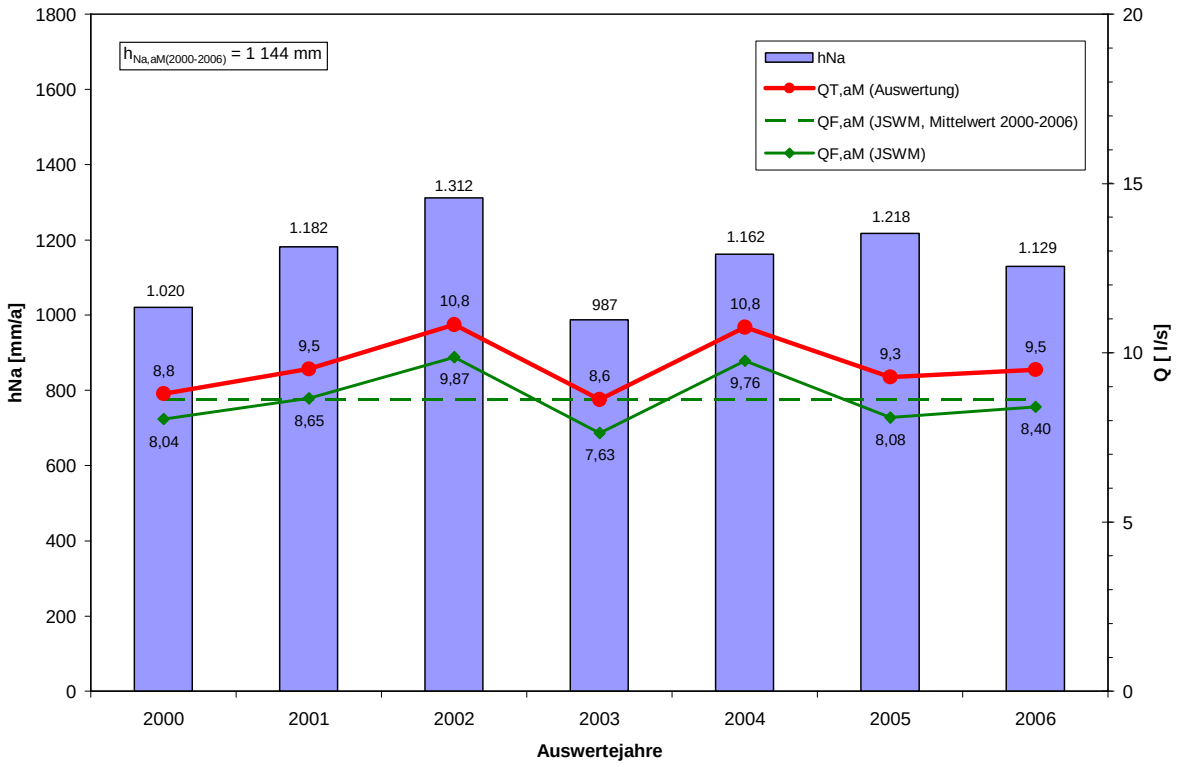


Bild 76: **Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Bracht mit mittleren Jahresniederschlagshöhen für 2000 bis 2006**

Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 8,6 l/s und 10,8 l/s und liegt i. M. bei 9,6 l/s. Deutlich ist eine Abhängigkeit des Kläranlagenabflusses vom Niederschlag zu erkennen, da die Abflusswerte gerade im regenreichen Jahr 2002 relativ stark ansteigen und im niederschlagsarmen Jahr 2003 stark abfallen.

Da der Schmutzwasseranfall in dem ausgewerteten Zeitraum quasi konstant geblieben ist, sind die Schwankungen des Trockenwetterabflusses daher ausschließlich auf den Fremdwasseranfall zurückzuführen. Die Schwankungen sind bei der Methode des gleitenden 21-d Minimums weitaus weniger ausgeprägt, da nur die minimalen Tagesabflüsse in diese Auswertemethode einfließen und die sich schnell ändernden Regenabflüsse herausgefiltert werden. Letztendlich repräsentiert diese Ganglinie den Fremdwasserabfluss resultierend aus den langsamen Schwankungen des Grundwasserspiegels. Die auffälligen Schwankungen und höheren Fremdwasserabflusswerte, die nach der Nachtminimum-Methode ermittelt wurden, basieren auf dem erhöhten Regenabflussanteil im Schmutzwasserkanal.

Zur Analyse der jahreszeitlichen Variabilität des Fremdwasserabflusses wurde in den nachfolgenden Abbildungen der Jahresgang des Fremdwassers als gleitendes 21-d Minimum für ein nasses Jahr (s. Bild 77) dem für ein trockenes Jahr (s. Bild 78) gegenübergestellt. Neben

dem Jahresmittel des Fremdwasserabflusses $Q_{F,aM}$ aus der Jahresschmutzwassermethode wurden für das 21-d gleitende Minimum charakteristische Kurvenverläufe dargestellt. Die Auswertemethoden zur Ermittlung des Fremdwasseranfalles sind in dem Kapitel 2.2 beschrieben.

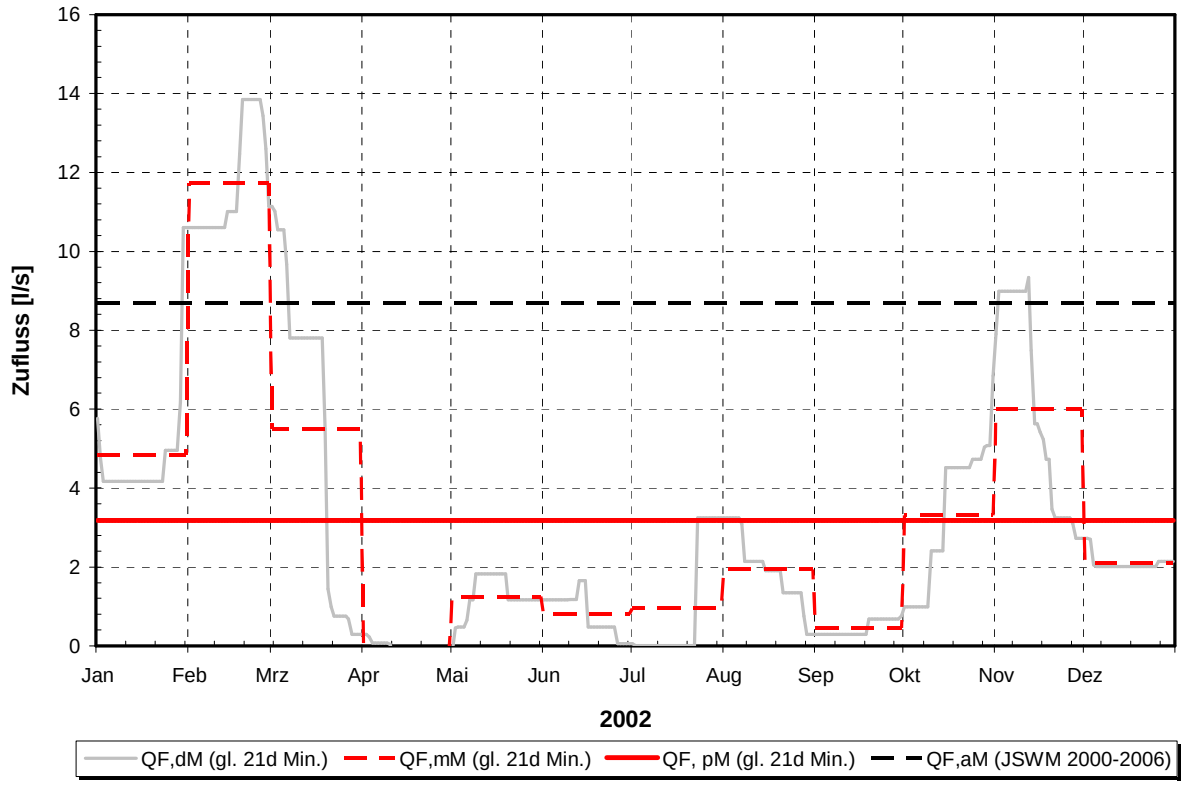


Bild 77: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums im nassen Jahr 2002 (h_{Na} = 1.312 mm)

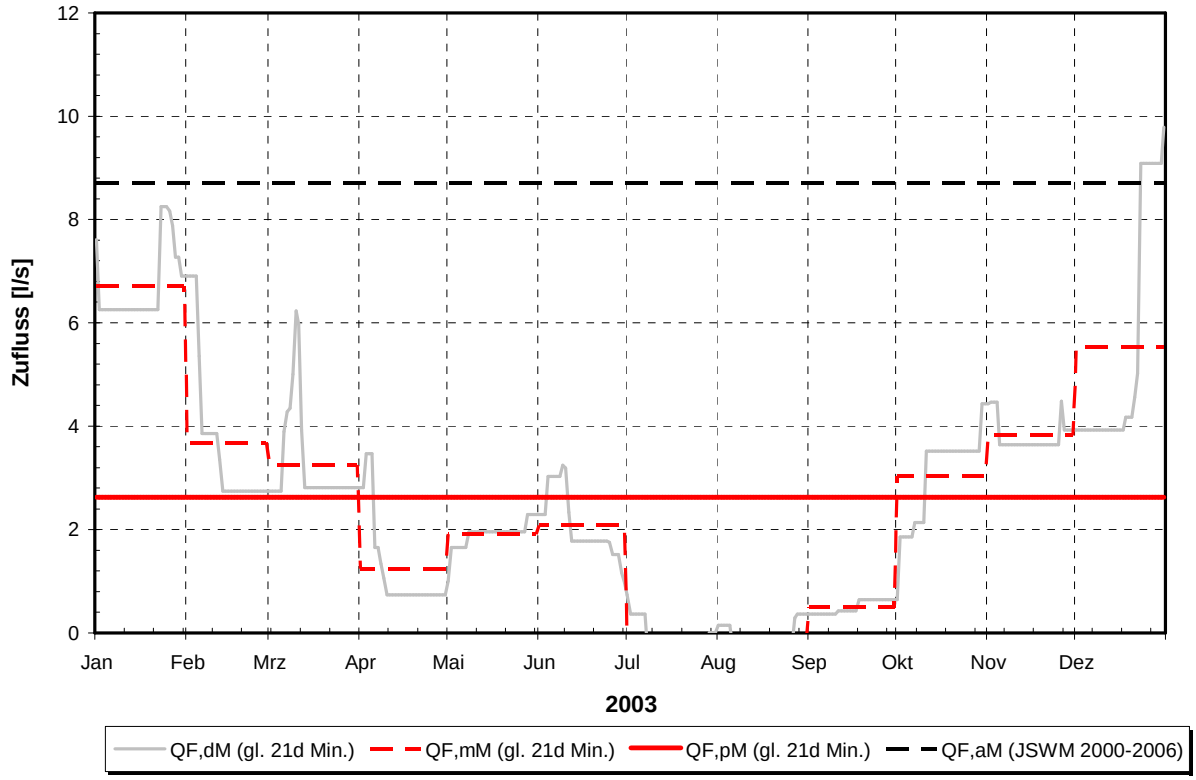


Bild 78: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums im trockenen Jahr 2003 (h_{Na} = 987 mm)

Aus den Diagrammen wird deutlich, dass in den Wintermonaten höhere Abflüsse zu verzeichnen sind als in den Sommermonaten, die mit rd. 2 l/s in etwa dem dortigen Schmutzwasseranfall entsprechen. Die Maxima in den Wintermonaten sind in den nassen Jahren ausgeprägter als in den trockenen Jahren.

Dieses Phänomen tritt vor allem in fremdwasserbelasteten Einzugsgebieten auf und ist meist auf die Infiltration von Grundwasser, das aufgrund der hydrologischen Randbedingungen im Winter in der Regel erheblich höher als im Sommer ansteht, in die Kanalisation zurückzuführen. Entsprechend der örtlichen Verhältnisse gehen länger andauernde Regenereignisse im Winter mit einem ausgeprägten Fremdwassernachlauf einher.

Die Ergebnisse der einzelnen Auswertungen sind als Mittelwerte der Jahre 2000 bis 2006 in Tabelle 46 zusammengefasst.

Tabelle 46: Zusammenstellung der maßgeblichen Abflusskenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006)

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwert
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.144
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	303.215
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	9,6
Einwohner	E	E	513
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	130
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	0,8
Gewerblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	0,2
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	1,0
Einwohnerspez. Trockenwetterabfluss	$q_{T,aM}$	l/(E · d)	1.624
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	8,6
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Min.)	$Q_{F,aM}$	l/s	3,0
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	$q_{F,aM}$	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,86
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	864

Die Kläranlage ist auf einen maximalen Abfluss von 35 l/s ausgelegt. Eine Bewertung der Fremdwassersituation erfolgte u. a. auf Basis des mittleren Trockenwetterabflusses bezogen auf die angeschlossenen Einwohner. Dieser spezifische Schmutzwasseranfall beträgt für die Jahre 2000 bis 2006 durchschnittlich 1.624 l/(E · d). Auch die Fremdwasserabflussspende gibt einen Anhalt über die Höhe des Fremdwasseranfalls. Diese setzt sich aus dem Fremdwasserabfluss zusammen, ermittelt nach der Jahresschmutzwassermenge bezogen auf die gesamte befestigte Fläche im Einzugsgebiet der KA Bracht, und liegt mit 0,86 l/(s · $ha_{AE,b}$) deutlich über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 [3] mitgeführten Wert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$). Der aus der Jahresschmutzwassermenge ermittelte und auf den Schmutzwasserabfluss bezogene Fremdwasserzuschlag beträgt 864 %.

Reinigungsleistung der Kläranlage

Die KA Bracht wurde im Jahr 1984 für 800 EW in Betrieb genommen und entspricht der Größenklasse 1. Es handelt sich hierbei um eine Teichkläranlage.

In Tabelle 47 sind die ausgewerteten Ergebnisse der Zulaufuntersuchungen zusammengefasst. Grundlage für die Auswertung ist ein Datenkollektiv aus den Jahren 2004 bis 2006.

Tabelle 47: Zulaufkonzentrationen KA Schmallenberg-Bracht

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall [11]
CSB	109	159	< 400 mg/l
TKN	10,3	13,7	< 35 mg/l
P_{ges}	1,6	2,1	< 6 mg/l

Geringe Konzentrationen im Zulauf zur Kläranlage sind ein Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ > 100 %) [11]. Auf der KA Bracht liegt eine auffällige Verdünnung der Zulaufkonzentrationen vor. Die 85-Perzentile liegen weit unterhalb der Indikatorgrenze.

In Tabelle 48 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Schmallenberg-Bracht (Größenklasse 1) für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 °C) und P_{ges} im Jahr 2007 zusammengestellt. Auf der KA Bracht können die Wirkungsgrade als eher gering eingestuft werden.

Tabelle 48: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Bracht im Jahr 2007

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination [%]
CSB	72
N_{ges} (≥ 12 °C)	28
P_{ges}	43

4.5.1.2.3 Kanalnetz

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Das analoge Kanalkataster des Ortsteils Bracht lag zur Festlegung der Messstellen komplett vor.

4.5.1.2.4 Immissionssituation der Gewässer

Das Einzugsgebiet der KA Bracht wird lediglich von dem Brachter Bach durchflossen, der im Süden des Gebietes entspringt. Das in den Regenwasserkanälen gesammelte Niederschlagswasser sowie das gereinigte Abwasser der Kläranlage werden dem Brachter Bach zugeleitet. Nach Vereinigung mit dem Schleddesiepen heißt das Fließgewässer im weiteren Verlauf Arpe. Die Arpe weist durchgängig die Gewässergüte II auf.

Zur Beurteilung der Immissionssituation des Gewässers im Einzugsgebiet kann nicht auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper zurückgegriffen werden, da das Gewässereinzugsgebiet des Brachter Baches < 10 km² ist. Im Ruhrgütebericht 2006 [39] ist der Brachter Bach ebenfalls nicht betrachtet worden.

4.5.1.3 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Bekannte Fremdwasserschwerpunkte lagen in diesem kleinen, kompakten Einzugsgebiet nicht vor.

4.5.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

4.5.2.1 Messprogramm

4.5.2.1.1 Stationäre Abflussmessungen und Handmessungen

Abflussmessungen

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde gemeinsam mit der Stadt Schmallenberg erarbeitet.

Zur Erfassung des Fremdwasserzutritts wurde bei der Messstellenbegehung der westliche Bereich der Ortschaft Bracht als am fremdwasserträchtigsten eingestuft. Daher ist ein Durchflussmessgerät in Fließrichtung am Ende des Hauptsammlers, der in der Gleierstraße (L928) verläuft, eingebaut. Diese Messstelle wurde 6 Monate von Januar bis Juli 2007 betrieben. Einen Gesamtüberblick über die Abflusssituation während der Messkampagne liefert die vorhandene Mengenmessung auf der Kläranlage, deren Daten ebenfalls zur Auswertung herangezogen worden sind. Die erste Handmesskampagne hat gezeigt, dass der in der Oedinger Straße verlaufende 2. Hauptsammler ebenfalls sehr fremdwasserbelastet war, sodass dort eine mobile Messstelle eingesetzt worden ist. Diese Messstelle zeichnet den Durchfluss vom 27.01.2007 bis zum 01.02.2007 während einer Niederschlagsperiode auf. Gegenüber Handmessungen, die nur eine Momentaufnahme der Abflusssituation im Kanal wiedergeben, dient diese auf einige Tage begrenzte Messung dazu, das Abflussverhalten bei Regenereignissen besser analysieren und einordnen zu können. In Bild 79 ist die Anordnung der Durchflussmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten wurden dem GIS des Ruhrverbandes entnommen. Die Einwohnerzahlen basieren auf den im Jahr 2006 gemelde-

ten Einwohnern der Stadt Schmallenberg. Eine Übersicht aller Abflusskenndaten folgt in Tabelle 49.

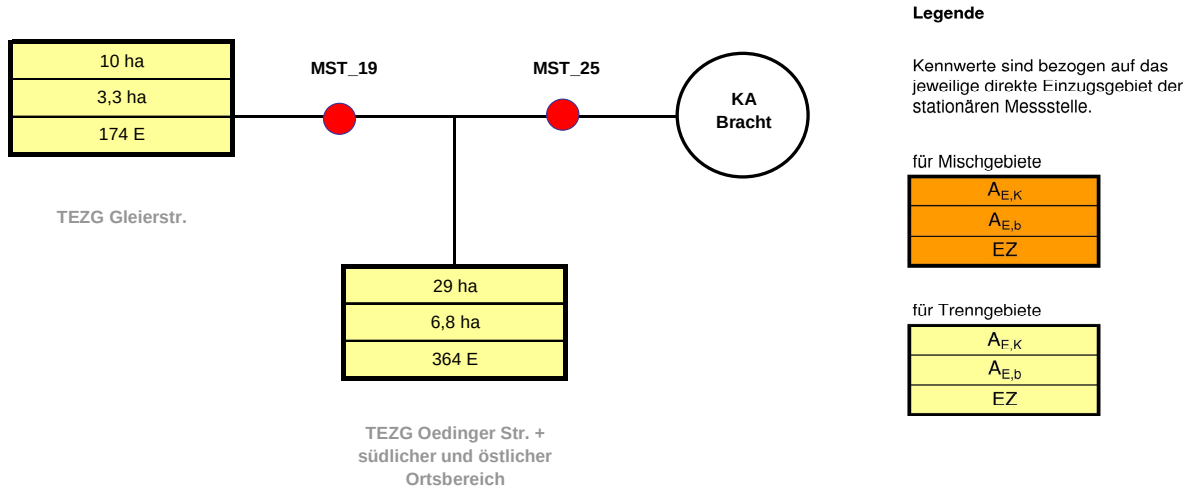


Bild 79: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen

Tabelle 49: Messstellenkenndaten im EZG der KA Bracht

Mst.-Nr.	Messstellen-bezeichnung	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
		gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_19	Abfluss Gleierstraße	0,3	0,3	0	0	0,3	0,3
Mst_25	Abfluss KA Bracht	0,8	0,5	0,3	0,3	1,1	0,8

Die Lage der Messstellen ist unter den o. g. Messstellennummern im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

In Tabelle 50 sind die eingesetzten Durchflussmessgeräte aufgeführt. Das Messverfahren des jeweiligen in dieser Messkampagne eingebauten Gerätes kann dem Kapitel 2.1 entnommen werden. Des Weiteren sind in der Tabelle 50 die Ein- und Ausbauzeiten sowie die Lauf- und Messzeit aufgeführt. Eine Unterbrechung der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall, durch beschädigte Messsonden oder Ablagerungen, führt zu Datenlücken, die u. a. in die Bewertung der Datenqualität einfließen. Alle Messgeräte waren durchgängig in Betrieb und lieferten plausible Daten. Die Messdatenqualität kann als sehr gut eingestuft werden.

Tabelle 50: Übersicht der Abflussmessungen im EZG KA Bracht

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Mess-gerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_19	Abfluss Gleierstraße	Venturi	25.01.07	05.07.07	161	161
Mst_25	Abfluss KA Bracht[1)]	Wehr	08.12.05	11.07.06	181	181

[1)] vorhandenes Messgerät

Handmessungen

Der Schwerpunkt der Messkampagne zur Identifikation der Fremdwasserschwerpunkte lag in diesem kompakten übersichtlichen Gebiet in den Handmesskampagnen. Das Einzugsgebiet wurde am 01.02.2007 flächendeckend mittels Handmessungen untersucht. Charakteristisch für den Tag waren zum einen ein hoher Grundwasserstand von ca. 0,5 m unterhalb der Geländeroberkante (GOK) und zum anderen Trockenwetterverhältnisse. Der gemessene Fremdwasseranteil an diesem Tag setzt sich lediglich aus dem infiltrierten Grundwasser und dem verzögert abgeführten Dränagewasser zusammen. Eine Wiederholungsmessung wurde am 13.02.2007 durchgeführt. An diesem niederschlagsreichen Tag mit einem Grundwasserstand von 0,9 m unterhalb der GOK wurde zusätzlich der Regenwasseranteil im Schmutzwasserkanal analysiert.

4.5.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Für eine umfassende Fremdwasseranalyse sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regentagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen notwendig. Da die Niederschlagsmenge und -intensität insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurde im westlichsten Einzugsgebiet des Untersuchungsgebietes Schmallenberg ein Regenschreiber vorgesehen. Die genaue Lage kann dem Messstellenplan im Anhang A entnommen werden.

In Tabelle 51 sind der Messzeitraum und das Einbau- bzw. Ausbaudatum des Regenschreibers aufgeführt. Die Datenqualität kann als sehr gut eingestuft werden. Es lagen keinerlei Ausfälle während der Messkampagne vor.

Tabelle 51: Übersicht der Niederschlagsmessungen im EZG KA Bracht

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_53	Regenschreiber Bracht	19.12.06	04.07.07

Zur Einordnung der Messergebnisse des Niederschlagsschreibers und der Klimastation wurde das langjährige Mittel ausgewertet. Dazu wurden für den Niederschlag die der KA Bracht zugeordneten Niederschlagsmessstationen (Schmallenberg-Sellinghausen und Schmallenberg-Holthausen) herangezogen. Der langjährige Durchschnittswert der mittleren Lufttemperatur der letzten 40 Jahre entstammt einer statistischen Auswertung einer Wetterstation [22] in Siegen (s. auch Kapitel 4.2).

In Bild 80 sind die monatlichen Niederschlagshöhen dem langjährigen Monatsmittel gegenübergestellt. Der Niederschlag ist in den sonst so schneereichen Wintermonaten überwiegend als Regen gefallen. Der Januar und Februar gingen als sehr nasse Monate in die Statistik ein. Im Januar sind insgesamt 205 mm Niederschlag gefallen. Der Maximalwert lag bei 63 mm/d. Die Gesamtniederschlagsmenge im Februar fiel mit 131 mm geringer aus als im Januar. Im März wurde eher eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von 93 mm erreicht.

Der von der sonnigen Hochdrucklage geprägte April war ungewöhnlich trocken. Es wurden in Bracht lediglich 4 mm gemessen, wohingegen das langjährige Monatsmittel Werte von rd. 80 mm erreichte. Diese Trockenheit wurde durch die sehr nassen Monate Mai und Juni ausgeglichen. Durch teils unwetterartige Gewitter oder auch kräftigen Dauerregen fiel fast das Zweifache des langjährigen Mittelwertes.

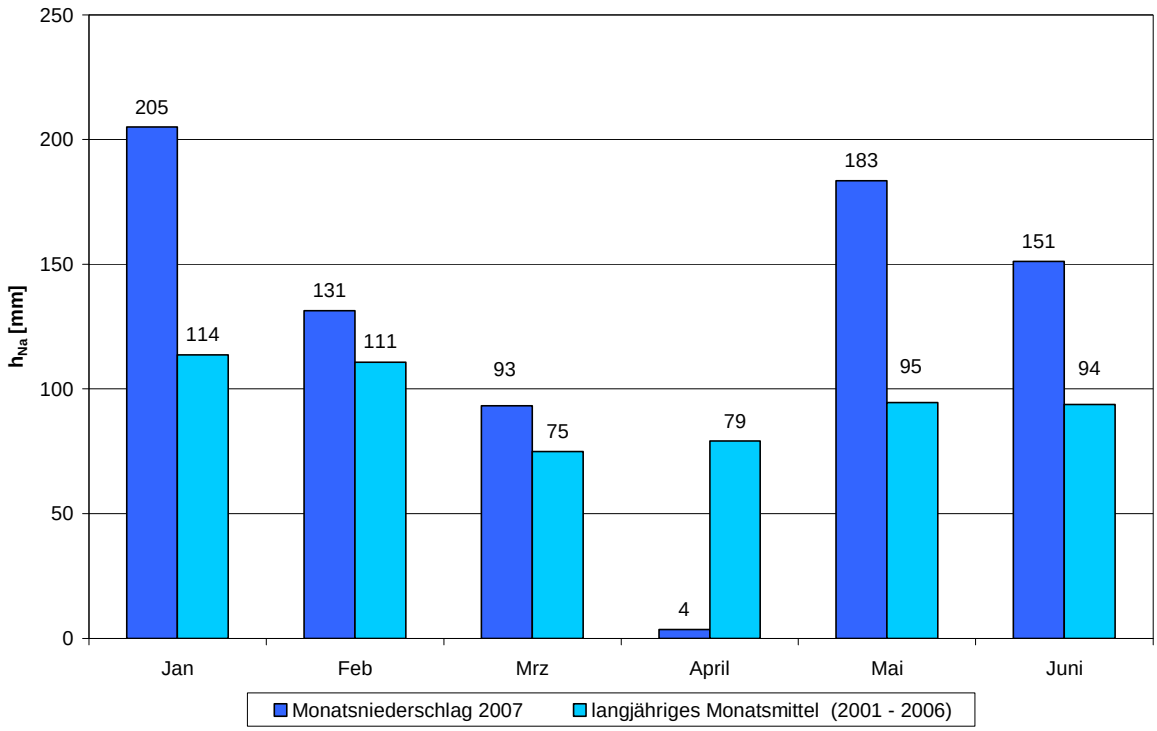


Bild 80: Monatliche Niederschlagshöhen 2007 in Bracht (Mst_53) und das langjährige Monatsmittel

4.5.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Beobachtungen der Grundwasserstände während der Messkampagne sollten helfen, Abhängigkeiten zwischen den Grundwasserständen und einem erhöhten Fremdwasserabfluss im Kanalnetz festzustellen. Besonders die in den Flussauen verlegten Überleitungssammler sind von schwankenden Grundwasserständen betroffen, die wiederum von den Wasserständen der Fließgewässer beeinflusst werden.

Im Einzugsgebiet der KA Bracht wurde ein Grundwasserpegel im Süden des Ortskernes eingerichtet und mit dem Gerät „Insider“ zur Messung des Wasserstandes ausgerüstet. Die genaue Lage des Grundwasserpegels kann dem Messstellenplan im Anhang A entnommen werden. In Tabelle 52 sind das Einbau- und Ausbaudatum der Grundwasserspiegelmessung aufgeführt.

Tabelle 52: Übersicht der Grundwasserspiegelmessung im Einzugsgebiet der KA Bracht

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_63	Pegel Bracht	23.01.07	04.07.07

Die geringe Ausfallquote von 3 %, ausgelöst durch einen technischen Defekt des Messgerätes, ist vernachlässigbar. Die Daten können für die nachfolgenden Auswertungen verwendet werden.

4.5.2.1.4 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

Kamerabefahrungen

Nach Identifikation der fremdwasserträchtigen Sammlerabschnitte mittels Handmessungen wirken Kamerabefahrungen unterstützend bei der genauen Lokalisierung der Fremdwasserzutritte und bei der Ermittlung der Schadensart (z. B. Undichtigkeiten im Kanalnetz).

Im Einzugsgebiet der KA Bracht wurden Kanalnetzabschnitte in der Lindenstraße, in der Bachstraße, in der Christine-Koch-Straße, in der Ringstraße und in der Hauptstraße sowie der Verbindungssammler „Im Ruthen“ mit der TV-Kamera inspiziert. In Bild 81 sind die befahrenen Kanalabschnitte gelb dargestellt. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung sind zusammen mit denen der Handmessungen nachfolgend zusammengestellt.

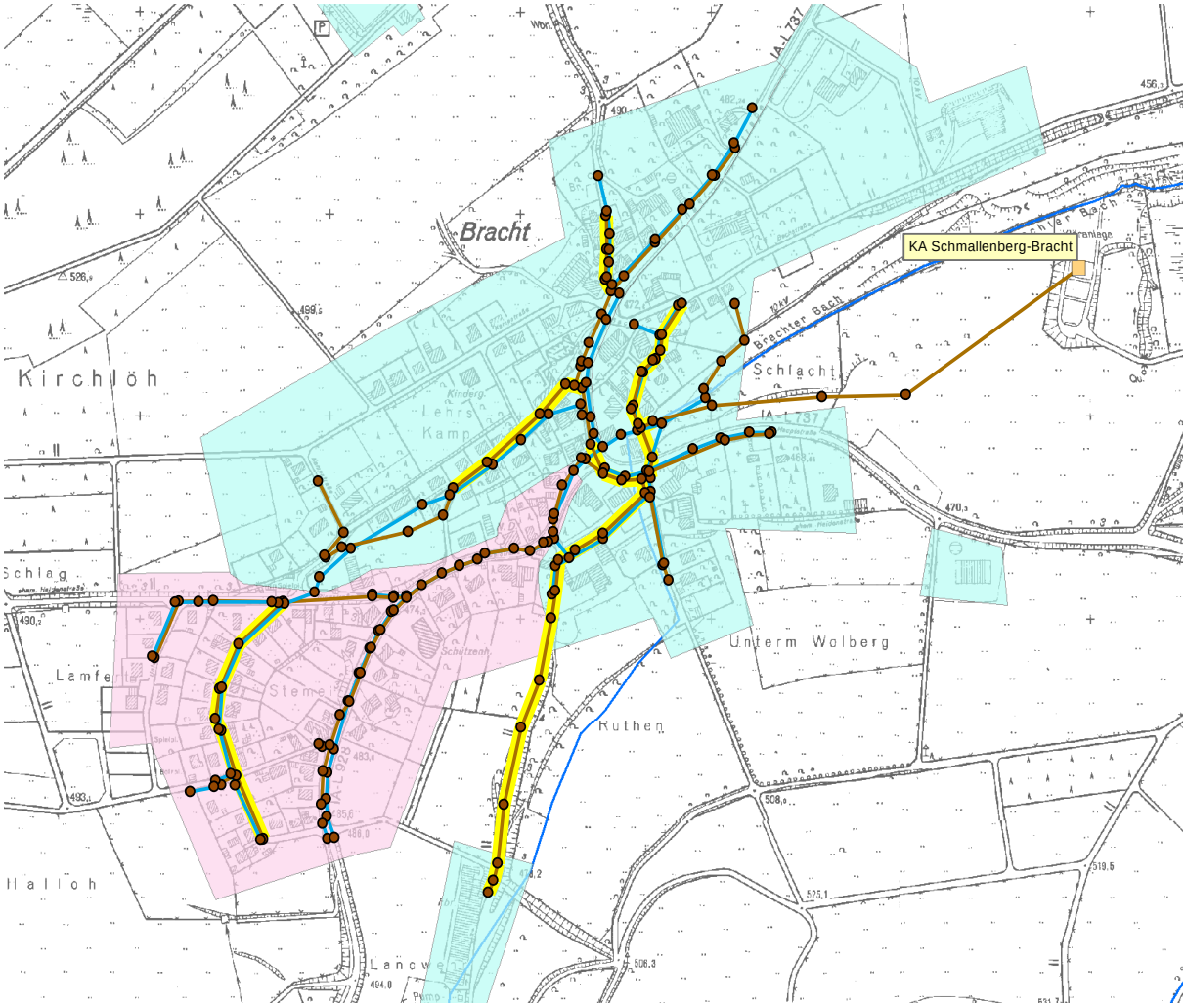


Bild 81: TV-inspizierte Sammlerabschnitte im Einzugsgebiet der KA Bracht

Nebelungen

Fehlanschlüsse an Schmutzwasserkanälen lassen sich durch Nebelungen sehr gut feststellen. Dabei handelt es sich oft um falsch angeschlossene Dach- bzw. Hofflächen und Straßenentwässerungen, deren Niederschlagswässer üblicherweise in den Regenwasserkanal eingeleitet werden sollten.

In Bracht wurden die Schmutzwassersammler, die bereits mittels TV-Kamera untersucht worden waren, mit Ausnahme des Überleitungssammlers „Im Ruthen“ genebelt.

4.5.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

4.5.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne in Bracht erstreckte sich vom 13.12.2006 bis 05.07.2006. Einbaubedingt sind die Messzeiträume der einzelnen Messstellen etwas unterschiedlich. Um eine Vergleichbarkeit der Messstellen zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die in 2-minütigen Intervallen aufgezeichneten Messdaten wurden mittels einer Datenbank auf Stundenmittelwerte verdichtet. Des Weiteren wurden die Daten um Ausfalltage infolge von Reinigungs- und Wartungsarbeiten sowie einer Absperrung während der Kamerabefahrungen bereinigt, um eine Auswertung des unbeeinflussten Abflussgeschehens zu garantieren. Im nächsten Schritt durchliefen diese Daten in Excel unterschiedliche Auswerteroutinen. Die Ergebnisse sämtlicher Methoden können den Auswerteblättern im Anhang B für die jeweilige Messstelle entnommen werden. Die Methoden und Details der Datenaufbereitung sind im Kapitel 2.2 beschrieben.

Zur Bestimmung der Fremdwasseranteile an den stationären Messstellen wurden die Methode des gleitenden 21-d Minimums und die Methode des Nachtminimums herangezogen. Diese wurde für Trenngebiete dahingehend modifiziert, dass neben Abflüssen an Trockenwettertagen zusätzlich auch die Abflüsse an Regenwettertagen in die Auswertung eingeflossen sind, um den niederschlagsbasierten Fremdwasserabfluss im Schmutzwasserkanal mit erfassen zu können.

Die Methode des gleitenden 21-d Minimums basiert auf der Annahme, dass Schwankungen des Fremdwasserabflusses aus langsamen Schwankungen des Grundwasserspiegels resultieren. Ein Vorteil der Nachtminimum-Methode ist, dass der mittlere Fremdwasseranfall des direkten Einzugsgebietes durch Abzug von zwei aufeinanderfolgenden Messstellen ermittelt werden kann.

In Tabelle 53 sind die durchschnittlichen Fremdwasserabflüsse, ermittelt nach der Nachtminimum-Methode und umgerechnet auf das direkte Einzugsgebiet, aufgeführt. Zusätzlich wurden diese Fremdwasserabflüsse auf den Gesamtfremdwasserabfluss bezogen. Der mittlere Fremdwasserabfluss repräsentiert überwiegend den grundwasserbasierten Fremdwasserabfluss. Daher sind für die Bewertung der niederschlagsbedingten Abflussspitzen im Schmutz-

wasserkanal die verursachenden fehlangeschlossenen Flächen (A_f) und der Fehlanschlussgrad (FAG) ermittelt worden und ebenfalls in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 53: Ermittelte mittlere Fremdwasserabflüsse der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässerungsverfahren	ΔQ_{FpM} [l/s]	Anteil am Gesamtfremdwasser [%]	A_f [m²]	FAG = $A_f/A_{E,b}$ [%]
Mst_19	Abfluss Gleierstraße	TS	1,4	14	3.189	9,7
Mst_25 – Mst_19	Abfluss restl. Einzugsgebiet	TS	8,8	86	9.055	13,3
Summe KA (Mst_25)		**TS**	**10,2**	**100**	**12.244**	**12,1**

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 82 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasseranfall auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet bezogen auf den Gesamtfremdwasserabfluss und die Flächenspende der Teilgebiete. Zusätzlich wurden die fehlangeschlossenen Flächen und der Fehlanschlussgrad des jeweiligen direkten Einzugsgebietes der stationären Messstelle angegeben.

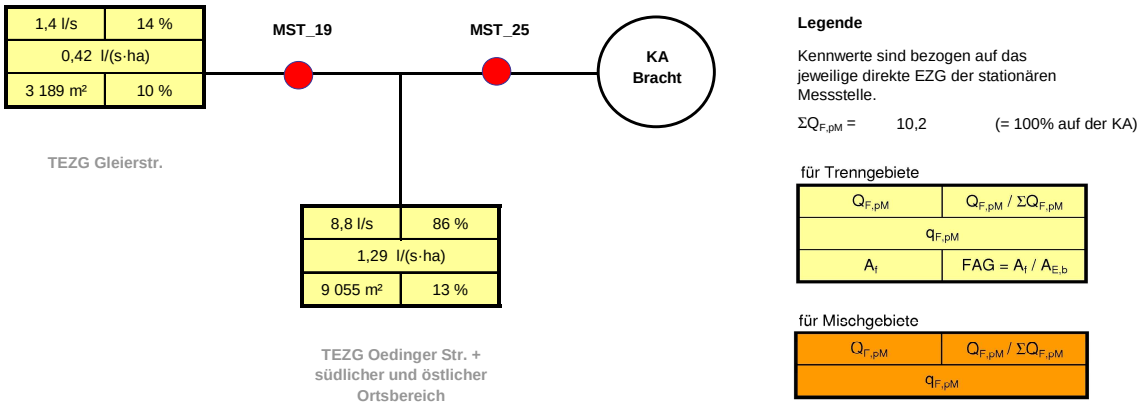


Bild 82: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Bracht

Das Fremdwasser fällt nahezu flächendeckend in dem Einzugsgebiet Bracht an. Der westliche Ortsbereich entlang der Gleierstraße ist mit einem Fremdwasseranfall von 14 % gemessen an dem Gesamtaufkommen weniger fremdwasserbehaftet als der übrige Ortsbereich

entlang der Oedinger Straße sowie die südlichen und östlichen Ortsteile. Hier wurden 86 % des Fremdwassers bezogen auf das Gesamtaufkommen gemessen. Der Anteil der fehlangeschlossenen Fläche in dem TEZG Gleierbrück mit einem Fehlanschlussgrad von 10 % ist etwas geringer als in dem restlichen Einzugsgebiet. Hier beträgt der Fehlanschlussgrad 13 %.

Die saisonale und regionale Verteilung des Fremdwassers wird aus dem Fließschema im Anhang A ebenfalls noch einmal deutlich. Hier ist der mittlere periodische Fremdwasserabfluss, berechnet nach der Nachtminimum-Methode der jeweiligen stationären Durchflussmessstelle, aufgeführt. Zusätzlich sind für jede Messstelle ein mini- und ein maximaler Wert angegeben, die aus den Monatsmittelwerten basierend aus der Nachtminimum-Methode stammen. In Klammern ist der zeitlich korrespondierende Fremdwasserabfluss nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode angegeben.

Die über die Messperiode gemittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur bedingt etwas über den Fremdwasseranfall in Trenngebieten aus. Daher ist eine Analyse der kurzzeitig auftretenden Spitzenereignisse der Abflüsse im Schmutzwasserkanal von hoher Bedeutung, da diese eine der Hauptfremdwasserquellen darstellen und bei einem mittleren Fremdwasserabfluss egalisiert werden. In Bild 83 und Bild 84 sind die bei Regenwetter auftretenden Spitzenbelastungen im Schmutzwasserkanal dargestellt. Neben der auf Stundenwerte verdichteten Abflussganglinie (rote Ganglinie) ist die Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums (schwarze Ganglinie) aufgeführt, die den grundwasserbasierten Fremdwasseranteil repräsentiert. Zusätzlich wurde die tägliche Niederschlagshöhe (blaue Balken) auf der Sekundärachse aufgetragen.

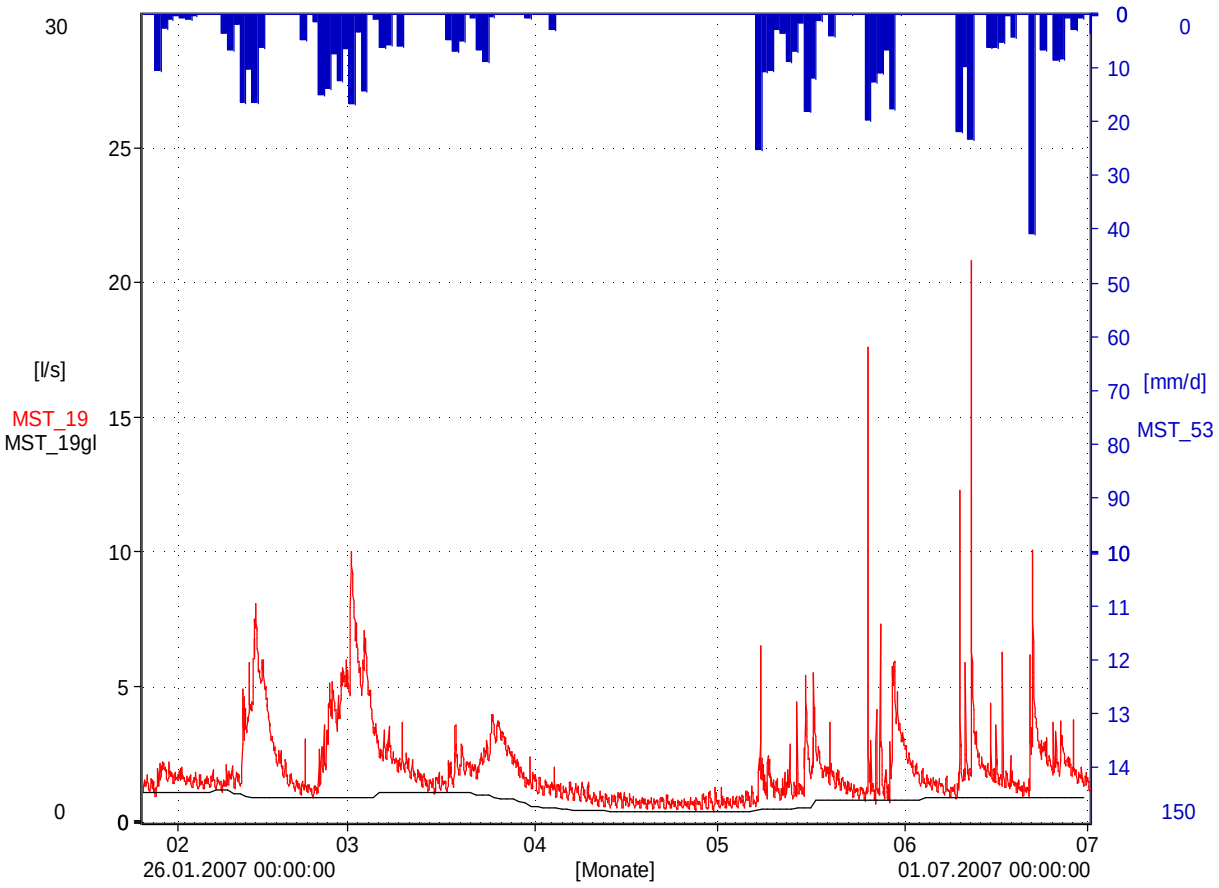


Bild 83: Abflussverhalten an der Mst_19

Ein Unterschreiten der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums durch die Abflussganglinie mit stündlichen Abflusswerten ist möglich, da die Ganglinie des 21-d gleitenden Minimums auf Basis von Tagesmittelwerten gebildet wurde. An der Mst_19 sind kurzzeitig Abflussspitzen von rd. 17 l/s aufgetreten. Die sofortige Reaktion des Abflusses auf den einsetzenden Regen ist auf abflusswirksame fehlangeschlossene Flächen, wie z. B. Dach- und Hofflächen und/oder oberflächlich eintretendes Niederschlagswasser, zurückzuführen. Nach Ende des Regenereignisses nimmt das niederschlagsbedingte Fremdwasser relativ schnell wieder ab, erreicht aber den täglichen Trockenwetterabfluss erst nach mehreren Tagen. Diese Nachlaufphasen sind in den Wintermonaten ausgeprägter als in den Sommermonaten, da das versickerte Niederschlagswasser im Winter aufgrund länger anhaltenden, schwachen Regenereignissen und der geringen Evatranspiration länger gespeichert wird. Das langsame Abklingen der Abflusskurve ist auf fehlangeschlossene Dränagen und Undichtigkeiten zurückzuführen.

Der niederschlagsbedingte Fremdwasseranteil ist zwischen der roten Abflussganglinie und der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums zu Zeiten der Abflussspitzen wiederzufinden.

Das grundwasserbedingte Basisfremdwasser ist hier mit etwa 1 l/s vernachlässigbar gering und wurde im außergewöhnlich trockenen und warmen April 2007 ermittelt. In den übrigen überdurchschnittlichen nassen Monaten der Messkampagne ist ein leichter Anstieg des grundwasserbeeinflussten Fremdwassers auf ca. 1 l/s zu erkennen. Der Einfluss des Grundwasserspiegelverlaufs während der Messkampagne wird nachfolgend näher analysiert.

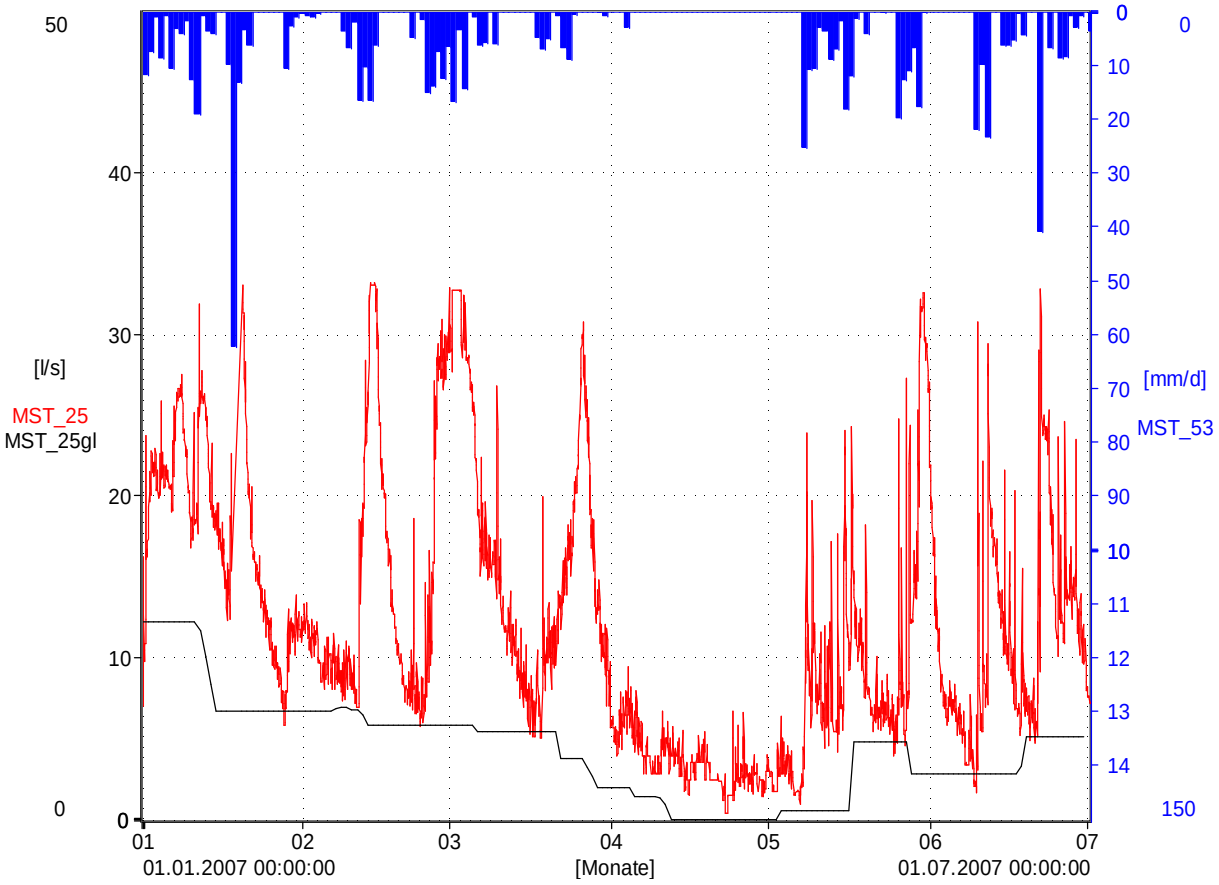


Bild 84: Abflussverhalten an der Mst_25

Ein Unterschreiten der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums durch die Abflussganglinie mit stündlichen Abflusswerten ist möglich, da die Ganglinie des 21-d gleitenden Minimums auf Basis von Tagesmittelwerten gebildet wurde. Ein ähnliches Bild zeigt sich ebenfalls an der Mst_25. Die Spitzenbelastung im Zulauf der Kläranlage erreicht Werte von über 30 l/s als direkte Folge von Niederschlagsereignissen. An dieser Messstelle wird ebenfalls das Phänomen der ausgeprägteren Nachlaufphasen in den Wintermonaten gegenüber den Sommermonaten deutlich. Im Winter wird erst nach einigen Tagen der tägliche Trockenwetterabfluss erreicht, während dieser sich im Sommer nach relativ kurzer Zeit einstellt. Eine Unterschreitung der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums kann dadurch entstehen, dass die

Stundenminima der Abflussganglinie aufgrund der Mittelwertbildung für das gleitende 21-d Minimum kompensiert werden.

Das gleitende 21-d Minimum als ein Indikator für grundwasserinduziertes Fremdwasser erreicht Anfang Januar seinen Maximalwert mit ca. 12 l/s und stabilisiert sich zunächst auf einen Wert von rd. 6 l/s. Der sehr trockene und warme April lässt das gleitende 21-d Minimum gegen 0 l/s absinken. In den nachfolgenden extrem nassen Sommermonaten steigt das gleitende Minimum auf Werte zwischen 4 und 5 l/s an. Demnach liegt der Basisabfluss des Fremdwassers bei rd. 4 l/s.

In diesem Teileinzugsgebiet sind ebenfalls zahlreiche Fehlanschlüsse bzw. oberflächlich in den Schmutzwasserkanal eindringendes Niederschlagswasser zu finden, die die Abflussspitzen im Schmutzwasserkanal auslösen. Die Nachlaufphasen sind Indikatoren für zeitlich verzögerte Infiltrationen durch z. B. Hangwasser, Dränagewasser oder Undichtigkeiten im Kanalnetz. Anders als in dem Teileinzugsgebiet Mst_19 ist der Anteil des grundwasserbasierten Fremdwassers durch Undichtigkeiten höher, da sich mit Ausnahme des Aprils ein konstanter Basisabfluss von rd. 4 l/s während der Messperiode eingestellt hat.

Den Zusammenhang zwischen dem Grundwasserspiegel und dem Abflussgeschehen an der Mst_19 und Mst_25 wird aus dem nachfolgenden Bild 85 deutlich. Hier sind der Grundwasserspiegel der Mst_63, die tägliche Niederschlagshöhe und die Abflüsse der Mst_19 und Mst_25 aufgetragen.

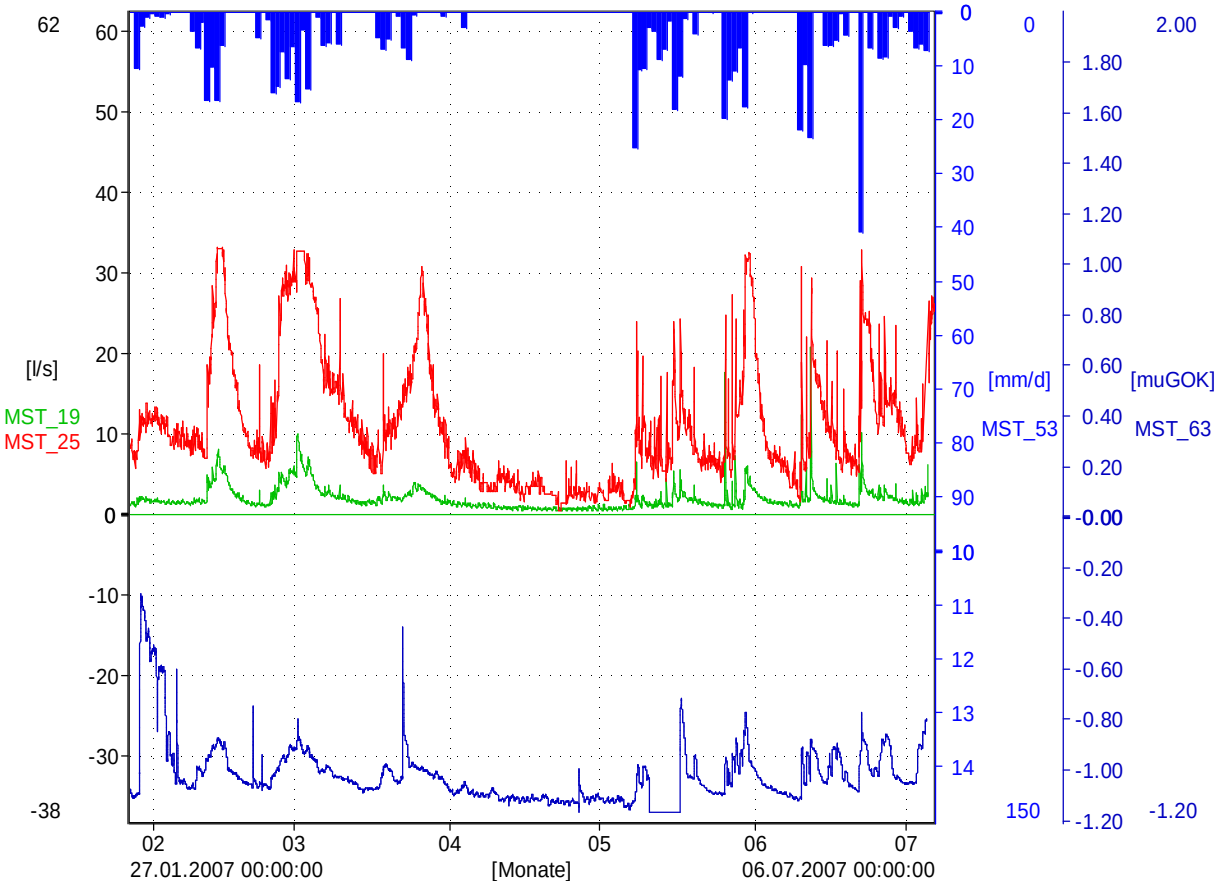


Bild 85: Grundwasserverlauf (Mst_63) und Abflusskurven der Mst_19 sowie der Mst_25

Der Verlauf des Grundwasserspiegels ähnelt dem Verlauf der Abflussganglinien. Hohe Grundwasserstände Ende Januar und Anfang Februar sind besonders in der Abflusskurve an der Mst_25 wiederzufinden, da hier der minimalste Abfluss von 6 l/s nicht unterschritten wird und auf infiltriertes Grundwasser zurückzuführen ist. Die geringsten Grundwasserstände wurden im April registriert. In diesem Monat repräsentieren die Abflüsse nahezu die reine Schmutzwasserganglinie. Es finden keine nennenswerten Infiltrationen statt. Auffällig ist der geringe Grundwasserflurabstand von 0,30 m bei dem höchsten Grundwasserstand, der während der Messkampagne registriert wurde. In den übrigen Monaten liegt der Grundwasserspiegel bei 1,0 m u. GOK, mit Ausnahme des Aprils, in dem ein Minimum von 1,20 m u. GOK erreicht wurde. Teile des Kanalnetzes liegen im Schwankungsbereich des Grundwassers bzw. sind ständig im Grundwasser.

Die niederschlagsbedingten Abflussspitzen sind mittels einer Summenhäufigkeitsverteilung näher analysiert worden, die darüber Aufschluss geben soll, wie oft in den Teileinzugsgebieten der stationären Messstellen Spitzenabflüsse aufgetreten sind (s. Bild 86). Die Datenbasis bilden stündliche Durchflussmessdaten. Zusätzlich wurden die mittels Differenz-

bildung errechneten Abflusswerte für das direkte Einzugsgebiet der Mst_25 dargestellt. Diese Auswertung kann nur Tendenzen wiedergeben, da die Anzahl der Abflussspitzen sehr abhängig von den klimatischen Randbedingungen ist und nur Messdaten von Januar bis Juli 2007 vorliegen. Der Verlauf der Summenhäufigkeitsverteilungskurven für die Mst_19 und Mst_25 zeigt Bild 86.

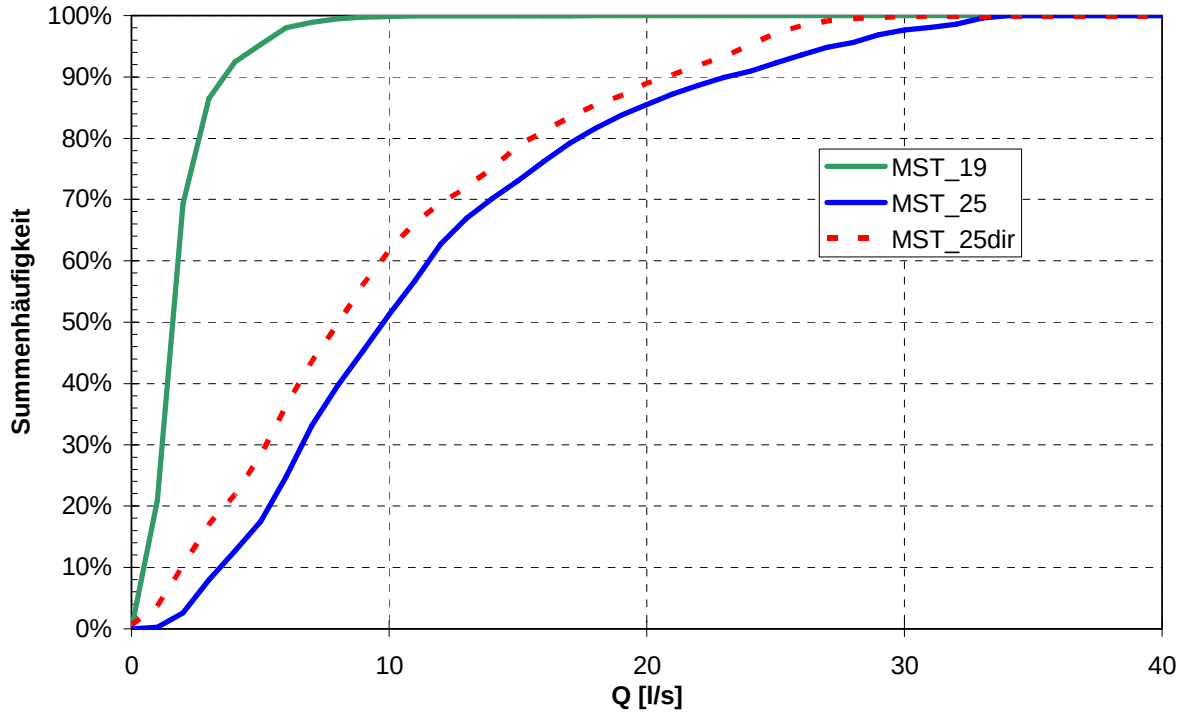


Bild 86: Summenhäufigkeitsverteilung der Abflüsse an den stationären Durchflussmessstellen

An der Mst_19 sind in 90 % der während der Messperiode an der Mst_19 registrierten Abflüsse Werte < 4 l/s gemessen worden. Es sind selten größere Spitzenereignisse von z. B. 10 l/s aufgetreten. Aufgrund des größeren Einzugsgebietes sind an der Mst_25 die gemessenen Werte naturgemäß größer. Hier sind die Abflüsse in 50 % der Fälle größer als 10 l/s. Höhere Abflüsse wurden an dieser Mst_25 weit häufiger erfasst. Es sind mit einer Häufigkeit von 10 % Spitzenereignisse von 25 l/s und größer registriert worden. Die Kurve des direkten Einzugsgebietes der Mst_25 (rot) weist nur minimal geringere Summenhäufigkeiten auf als die Kurve der Mst_25 (blau).

In dem Zeitraum 27.02. bis 01.03.2007 wurde das direkte Einzugsgebiet der Mst_25 mittels einer mobilen Messstelle unterteilt, um die Spitzenabflüsse aus dem nördlichen Bereich zusätzlich zu erfassen. In Bild 87 sind die Kenndaten der direkten Einzugsgebiete der stationären und der mobilen Durchflussmessungen aufgeführt.

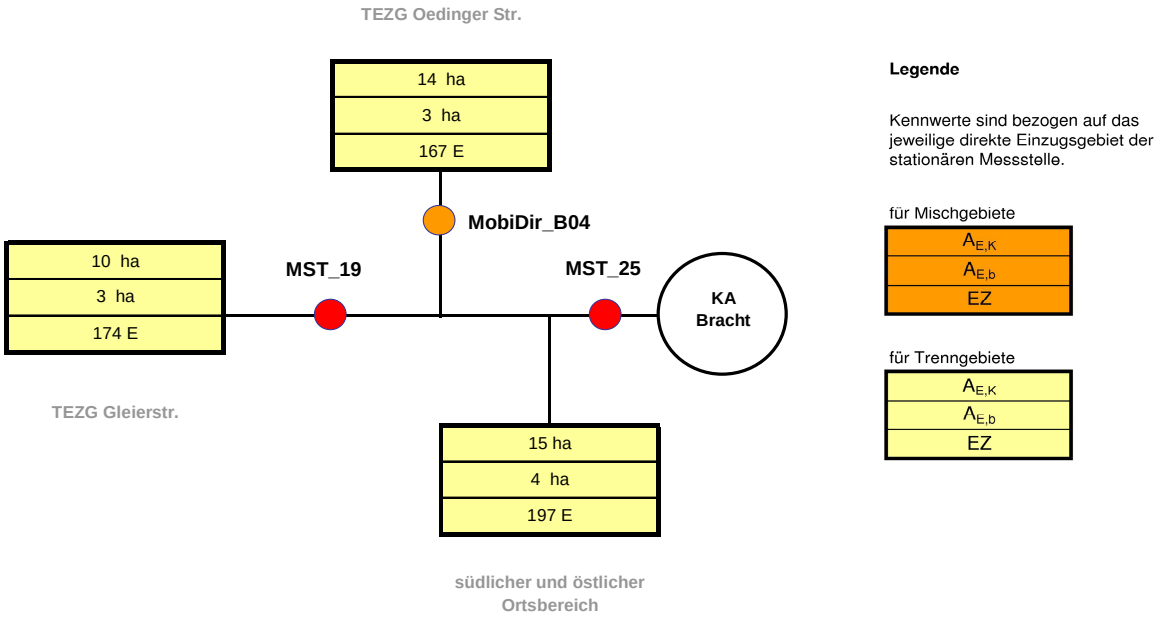


Bild 87: Kenndaten der direkten Einzugsgebiete der Durchflussmessgeräte im EZG der KA Schmallenberg-Bracht

Die drei Teileinzugsgebiete weisen in etwa die gleiche Größe auf. In Bild 88 sind der tägliche Niederschlag, die Abflussganglinien der Mst_25, Mst_19 und der mobilen Messstelle Mobi-DiR aufgetragen.

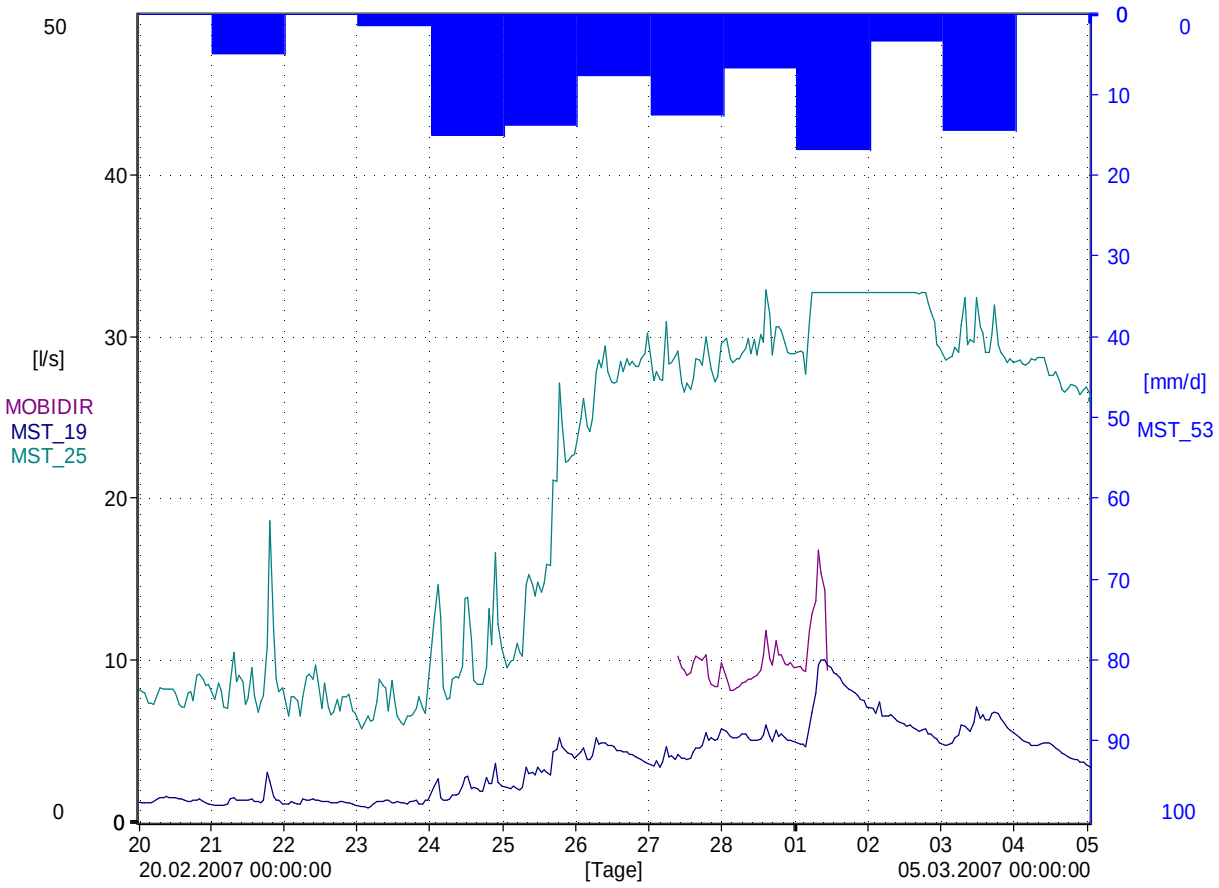


Bild 88: Abflussverhältnisse im Schmutzwasserkanal bei einem Niederschlagsereignis

Deutlich wird hier, dass der südliche restliche Bereich des Einzugsgebietes am stärksten von Fremdwassereintritten bei Regenereignissen dominiert wird. Durch Differenzenbildung wurde der Abfluss für das verbleibende direkte Einzugsgebiet der Mst_25 ermittelt. Die Ergebnisse können der Tabelle 54 entnommen werden. Deutlich wird hier, dass der südliche und östliche Ortsbereich mit 50 % bezogen auf den Gesamtanfall am stärksten von Fehlanschlüssen und/oder oberflächlich eindringendem Niederschlagswasser betroffen ist. Im nördlichen Teileinzugsgebiet Oedinger Straße liegt der niederschlagsbedingte Fremdwasseranteil bei 30 %, gefolgt von dem Teileinzugsgebiet Gleierstraße mit 20 %.

Tabelle 54: Ermittelte mittlere Fremdwasserabflüsse der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete während eines Regenereignisses vom 28.02.2007 bis zum 01.03.2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässerungsverfahren	ΔQ_{FpM} [l/s]	Anteil am Gesamtfremdwasser der Messperiode [%]
Mst_19	Abfluss Gleierstraße	TS	5	20
Mobi-DiR_B04	Abfluss Oedinger Straße	TS	10	30
Mst_25 - Mst_19 - Mobi-DiR_B04	Abfluss restl. Einzugsgebiet	TS	15	50
Summe (KA = Mst_25)		TS	30	100

4.5.2.2.2 Abgleich und Einordnung der Handmessungen und vor-Ort-Untersuchungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in einigen Teilgebieten Handmessungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Je nach Art der Fremdwasserquelle hat der lokale Grundwasserstand einen großen Einfluss auf die Fremdwassermenge oder der Niederschlag auf den Abfluss im Schmutzwasserkanal. Auch die jahreszeitabhängigen Schwankungen werden in den teils sehr unterschiedlichen Messwerten deutlich. Zur Einordnung der Handmessergebnisse wurden diese auf das Messergebnis der zugehörigen stationären Messstelle bezogen.

Nachfolgend sind in der Tabelle 55 die mittels Handmessungen identifizierten Fremdwasserschwerpunkte in den einzelnen Teilgebieten tabellarisch aufgeführt. Die prozentualen Angaben der lokalisierten Fremdwassermengen beziehen sich auf den Gesamtfremdwasseranfall.

Tabelle 55: Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet der KA Bracht

Handmessstelle	Bezeichnung Bereich	Entwässerungsverfahren	ΔQ_{FpM} [l/s]	Anteil am Gesamtfremdwasser [%]
B_06	Im Ruthen	TS	3,9	38
B_01	Bachstraße	TS	2,3	23
B_19	Christine-Koch-Straße	TS	1,3	12
B_10	Ringstraße	TS	1,1	11
B_12	Lindenstraße	TS	0,8	8
k.A.	restliches EZG	TS	0,8	8
Summe Fremdwasser (KA = Mst_25)		**TS**	**10,2**	**100**

In Bild 89 sind neben den schadhaften Schächten und Haltungen (rote Kreise bzw. Linien) auch die fehlangeschlossenen Dachflächen (orange Schraffur) dargestellt. Die Kamerabefahrungen wurden bei Regenwetter durchgeführt, um in den Schmutzwasserkanal eintretendes Regenwasser erfassen zu können.

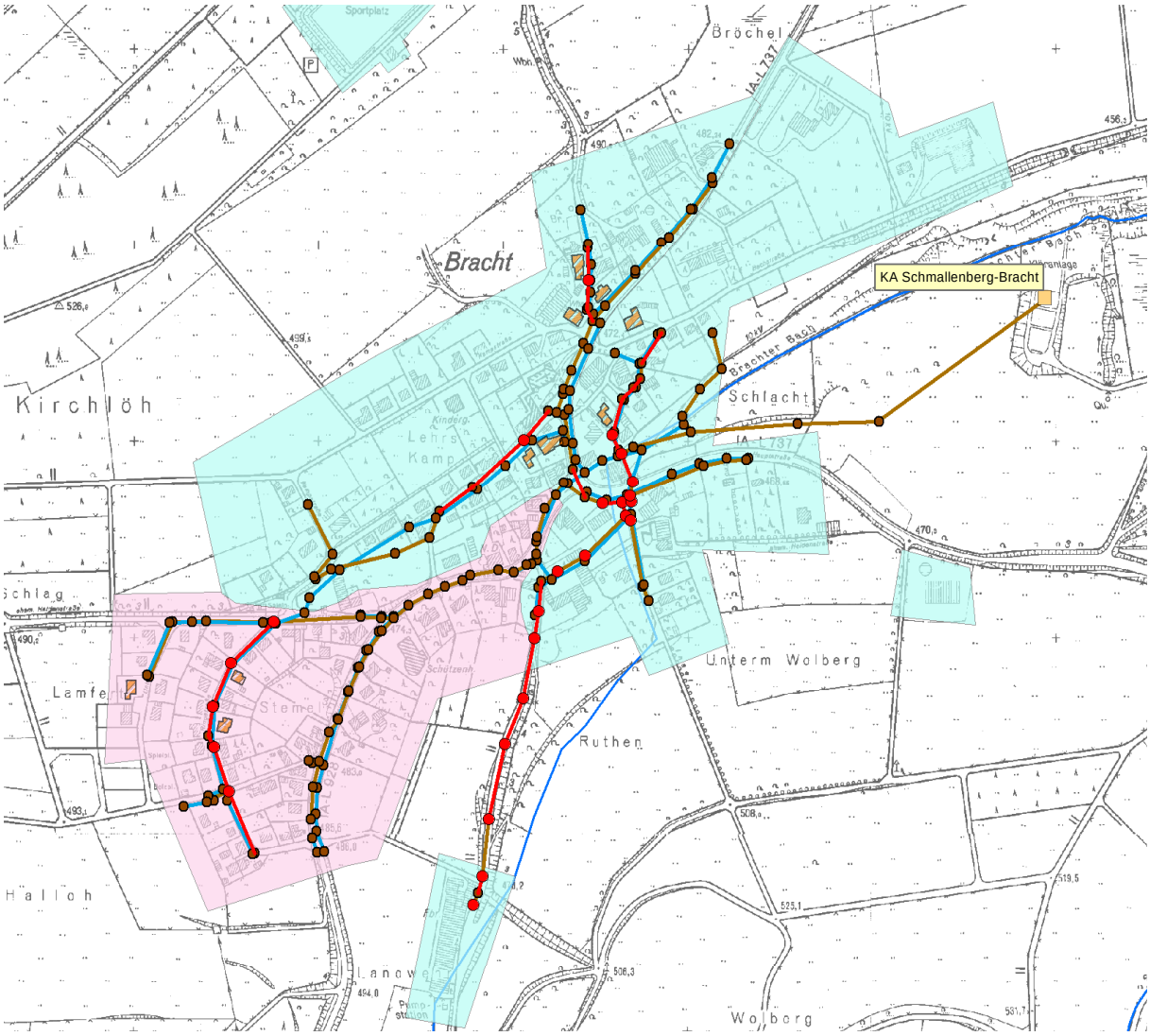


Bild 89: Ergebnisse der TV-Inspektion und der Nebelung

TEZG westlicher Ortsbereich (Gleierstraße)

In dem westlich gelegenen Teileinzugsgebiet hat sich während der Handmesskampagne der Hauptsammler in der **Ringstraße** als stark fremdwasserbehaftet herausgestellt.

Eine TV-Inspektion in diesem Bereich hat gezeigt, dass hier zahlreiche Undichtigkeiten an den Rohrwandungen aufgrund von Auswaschungen des Zementsteins vorliegen, an denen zunächst überwiegend Feuchtigkeit sichtbar war und nur vereinzelt eindringendes Wasser gesichtet worden ist (s. Bild 90).



Bild 90: Eindringendes Wasser durch undichte Bauwerkswandung

Neben zahlreichen Schäden im öffentlichen Kanalnetz waren auch Fremdwasserzutritte aus den Hausanschlüssen erkennbar. Rd. 50 % der Hausanschlüsse zeigten einen ständigen Zufluss von klarem Wasser (s. Bild 91).



Bild 91: Ständiger Wasserzufluss aus einer Hausanschlussleitung

Die genaue Quelle des Fremdwasserzutrittes (defekte Grundleitung oder Anschluss einer Dränageleitung) auf Privatgrund wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht ausfindig gemacht. Lediglich fehlangeschlossene Dach- oder Hofentwässerungen an den Schmutzwasserkanal wurden mittels Nebelung aufgedeckt. In Bild 92 ist der austretende Nebel aus einer an den Schmutzwasserkanal angeschlossenen Regenfallleitung zu erkennen.



Bild 92: Fehlangeschlossene Dachfläche in der Ringstraße

Eine flächendeckende Nebelung ist in diesem Teileinzugsgebiet allerdings nicht möglich, da in der Gleierstraße sogenannte „Sparschächte“ vorhanden sind, in denen der Regenwasserkanal nur durch eine Schwelle von dem Schmutzwasserkanal getrennt ist. Bei erhöhten Abflüssen im Regenwasserkanal kann es temporär zu Abschlägen in den Schmutzwasserkanal kommen. In Bild 93 ist ein „Sparschacht“ zu erkennen.



Bild 93: „Sparschacht“ in der Gleierstraße

TEZG nördlicher Ortsbereich (Oedinger Straße)

Im nördlichen Ortsbereich konnten mittels Handmessung Fremdwasserschwerpunkte in der Christine-Koch-Straße, in der Lindenstraße und in der Bachstraße ausfindig gemacht werden.

Die Schäden in der **Bachstraße** ähneln denen in der Ringstraße sehr. Auch hier sind zahlreiche undichte Rohrwandungen mit bislang lediglich durchschlagender Feuchtigkeit vorhan-

den. Ständig zufließendes klares Wasser wurde an drei Stutzen gesichtet, die als Hauptfremdwasserquellen in diesem befahrenen Kanalabschnitt eingestuft werden können. Diese sind in Bild 94 zusammengestellt. Eine weitere Fremdwasserquelle mit Infiltrationen wurde an einer defekten Schachtanbindung festgestellt.

Die Kanalisation in der Bachstraße liegt im Nassgley, der durch einen lang anhaltenden, nahe der Geländeoberkante anstehenden Grundwasserspiegel gekennzeichnet ist. Undichtigkeiten im privaten und öffentlichen Kanalnetz werden hier verstärkt zu Fremdwasserquellen.

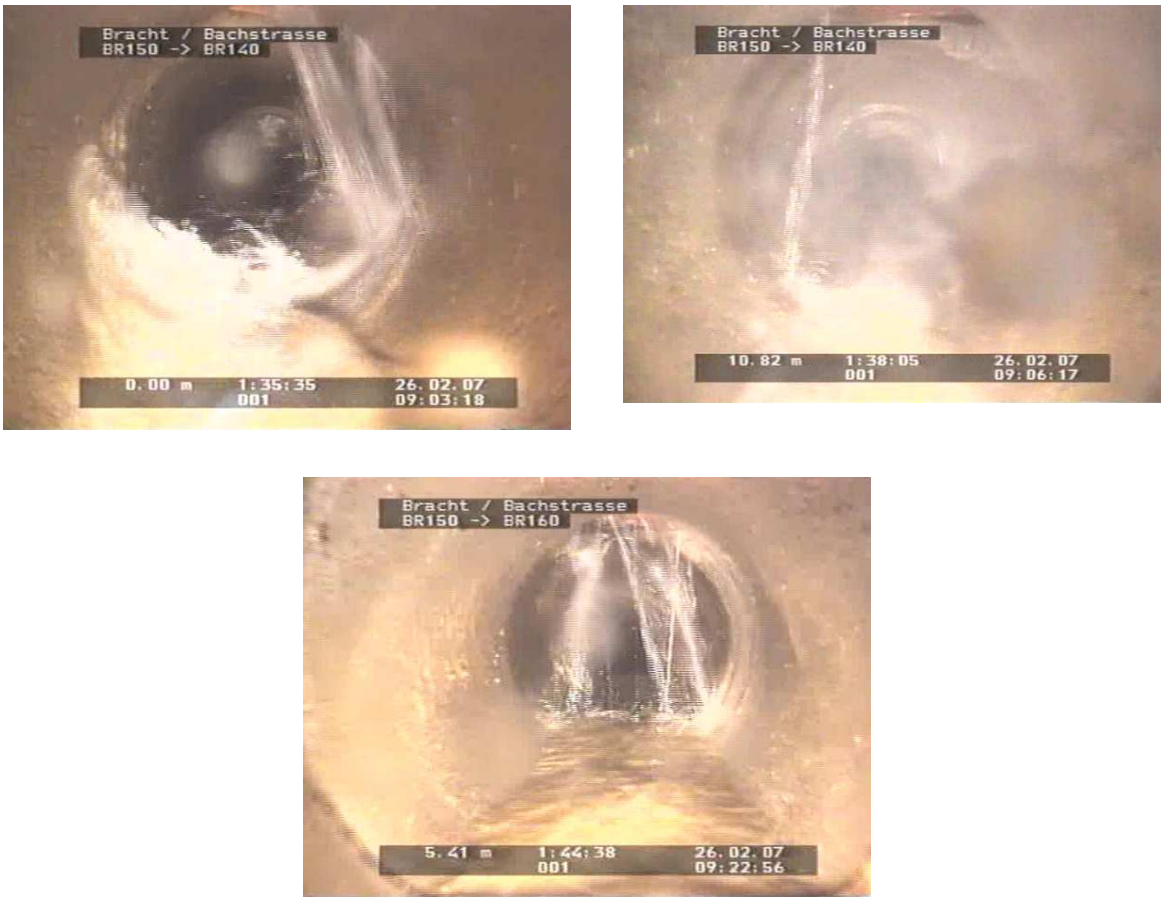


Bild 94: Hauptfremdwasserquellen in der Bachstraße

Einige der fehlangeschlossenen Flächen konnten mittels Nebelung detektiert werden. In Bild 95 sind fehlangeschlossene Hof- und Straßenflächen zu erkennen.



Bild 95: Fehlangeschlossene Hoffläche und fehlangeschlossene Straßenentwässerung in der Bachstraße

Fremdwasserträchtige Schäden in der **Christine-Koch-Straße** sind vornehmlich im öffentlichen Kanalnetz zu finden. Drei Stutzen in dem kamerabefahrenen Abschnitt zeigten einen ständigen Zufluss von klarem Wasser. Zwei charakteristische Schäden für die Kanalisation in der Christine-Koch-Straße sind in Bild 96 aufgeführt.



Bild 96: Ständig eindringendes Wasser aus einem Hausanschluss und eine defekte Muffe in der Christine-Koch-Straße

Auch in diesem Teilgebiet konnten durch den Einsatz von Nebel einige Fehlanschlüsse aufgedeckt werden. In Bild 97 ist aufsteigender Nebel aus einer falsch angeschlossenen Dachentwässerung zu erkennen.



Bild 97: Fehlangeschlossene Dachfläche in der Christine-Koch-Straße

Die Hauptfremdwasserquellen in der **Lindenstraße** sind im privaten Kanalnetz zu finden. Jeder Hausanschluss war während der TV-Inspektion aufgrund des ständigen klaren Wasserabflusses in unterschiedlichen Dimensionen auffällig. Die Wasserzutritte aus den Hausanschlüssen sind in Bild 98 festgehalten.

Im öffentlichen Kanal sind lediglich zwei undichte Muffen und eine undichte Bauwerkswandung mit eindringendem Wasser gefunden worden.

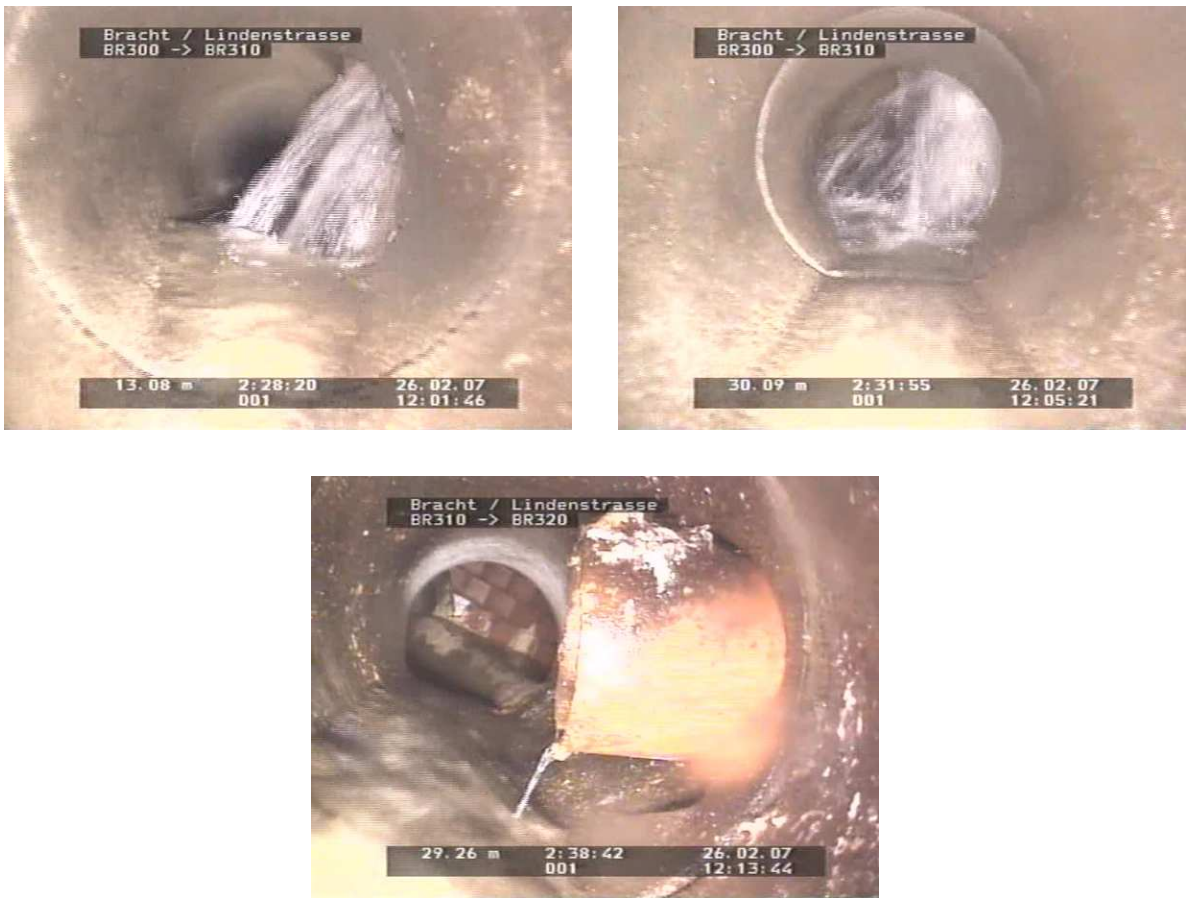


Bild 98: Ständig eindringendes Wasser aus Hausanschlüssen in der Lindenstraße

TEZG südlicher und östlicher Ortsbereich

Im Süden des Ortskerns ist der Überleitungssammler „**Im Ruthen**“ von der Fa. Struwe Eloxal GmbH in Richtung Ortskern als am fremdwasserträchtigsten in diesem Teileinzugsgebiet ermittelt worden. Etwa 40 % des in dem Teileinzugsgebiet der Mst_25 gemessenen Fremdwassers infiltrieren in den Überleitungssammler. Der Sammler verläuft in einem aus Nassgley bestehenden Gebiet, das sich durch hohe Grundwasserstände auszeichnet. Die ständige Lage des Kanals im Grundwasser bewirkt eine kontinuierliche Infiltration im Bereich der Undichtigkeiten in das Kanalnetz. Hauptfremdwasserquellen sind hier die defekten Schachtanbindungen sowie auch die undichten Schachtbauwerke selbst. Auffällig während der Handmesskampagne war, dass über die Schachtdeckel das Niederschlagswasser in den Schmutzwasserkanal floss.

Weitere Schäden, wie Risse, undichte Bauwerkswandungen und Muffen, zeichneten sich lediglich durch sichtbare Feuchtigkeit aus und tragen folglich kaum zu dem erhöhten Fremdwasserabfluss im Schmutzwasserkanal bei.

Neben den Schäden im öffentlichen Kanal konnte ein fremdwasserbehafteter Hausanschluss ausfindig gemacht werden, der durch einen kontinuierlichen klaren Wasserzufluss auffiel. Die häufigsten Schäden sind in Bild 99 zusammengestellt.



Bild 99: Hauptfremdwasserquellen im Überleitungssammler „Im Ruthen“

In der **Hauptstraße** wurden zahlreiche Schäden während der TV-Inspektion entdeckt, die weniger fremdwasserbehaftet waren als die in dem Verbindungssammler „Im Ruthen“. Fehlende Wandungsteile und Rohrbrüche sind neben defekten Schachtanbindungen die häufigsten Schäden.

Aus der nachfolgenden Zusammenstellung in Tabelle 56 können die aktuellen Fremdwasserabflüsse, die zukünftige Fremdwasserreduzierung und die dazugehörigen Schäden entnommen werden. Die reduzierte Fremdwassermenge wurde anhand der TV-Befahrungen und der Ergebnisse der Handmessungen abgeschätzt. Ebenso ist versucht worden, die Nachhaltigkeit der Fremdwassersanierung mit einfließen zu lassen. Eine detaillierte Aufstellung aller Schäden mit den dazugehörigen Sanierungskosten folgt.

Tabelle 56: Voraussichtlicher Fremdwasserabfluss der Teileinzugsgebiete nach der Sanierung

Bezeichnung Teilgebiet	stat. Mst.	Fremdwasser-quellen	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
			$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
Gleierstraße	Mst_19	undichte Schachtan-bindungen, Muffen, Rohr-wandungen; Hausan-schlüsse	1,4	14	0,5	5
Restl. TEZG	Mst_25	undichte Schachtan-bindungen, Muffen, Rohr-wandungen; Hausan-schlüsse	8,8	86	6,0	59
Summe Fremdwasser			**10,2**	**100**	**6,5**	**64**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall $Q_{F,pM}$ = 10,2 l/s auf der Kläranlage

Von dem in der Messkampagne aufgezeichneten mittleren Fremdwasserabfluss von 10,2 l/s können bei erfolgreicher Sanierung rd. 6,5 l/s des im Wesentlichen grundwasserbasierten Fremdwassers reduziert werden. Es verbleiben rd. 36 % des Fremdwassers im Einzugsgebiet der KA Bracht. Die durch fehlangeschlossene Flächen verursachten Abflussspitzen im Schmutzwasserkanal können durch Abkoppelung reduziert werden.

In Tabelle 57 sind die derzeitige und die zukünftige fehlangeschlossene Fläche mit dem dazugehörigen Fehlanschlussgrad für das jeweilige direkte Teileinzugsgebiet der stationären Messstelle aufgeführt.

Tabelle 57: Voraussichtlicher Anteil der fehlangeschlossenen Flächen A_f nach der Sanierung

Bezeichnung TEZG	zuge-hörige stat. Mst.	Heute		Zukünftig	
		A_f [m²]	FAG = A_f/ $A_{E,b}$ [%]	A_f [m²]	FAG = A_f/ $A_{E,b}$ [%]
Gleierstraße	Mst_19	3.189	9,7	2.717	8,2
Restl. TEZG	Mst_25	9.055	13,3	7.425	10,9
Summe		**12.244**	**12,1**	**10.142**	**10,0**

Es werden fehlangeschlossene Flächen von ca. 2.100 m² durch die Sanierungsmaßnahmen umgeklemmt. Der Fehlanschlussgrad sinkt von 12 % auf 10 %.

4.5.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Dieses Kapitel bietet eine Gesamtübersicht der aufgefundenen Schäden, gemessenen Fremdwassermengen und des Reduktionspotenziales.

Die bisherigen Fremdwasserangaben repräsentieren lediglich den Messzeitraum der ersten Jahreshälfte 2007. Die bislang gesammelten Erfahrungen zeigen, dass der Jahresbeginn in der Regel einen höheren Fremdwasserabfluss aufweist als der Rest des Jahres. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den über mehrere Jahre ermittelten Mengen der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der letzten Jahre (2000 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert.

Im EZG der KA Schmallenberg-Bracht lag der langjährige Faktor im Mittel über die Jahre 2000 bis 2007 bei 1,16 (s. Tabelle 58). Die Auswertung der Zuflussmessung der Kläranlage ergab für das Jahr 2007 einen Faktor von 1,04. Mit Hilfe des Faktors 1,04 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert.

Tabelle 58: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Schmallenberg-Bracht

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis Jan - Juni zum Jahresmittel
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	
2000	3,8	8,7	8,0	1,9	0,6	0,6	1,1	2,1	2,8	2,4	4,8	2,9	3,9 l/s	3,3 l/s	1,19
2001	3,5	5,7	5,7	4,5	2,5	1,6	1,4	0,7	4,0	2,7	4,1	3,7	3,9 l/s	3,3 l/s	1,18
2002	4,0	10,2	5,6	0,3	1,2	0,5	1,0	2,3	0,6	2,7	5,6	2,1	3,6 l/s	3,0 l/s	1,21
2003	5,1	3,9	3,2	1,6	0,3	0,6	0,1	0,1	0,9	3,1	3,7	5,1	2,5 l/s	2,3 l/s	1,06
2004	5,0	4,8	3,8	8,7	3,6	1,9	2,0	2,3	1,3	2,3	2,7	3,2	4,6 l/s	3,5 l/s	1,34
2005	5,8	3,6	2,3	2,6	1,7	0,8	0,5	1,7	1,4	1,2	2,6	5,7	2,8 l/s	2,5 l/s	1,12
2006	2,7	1,7	3,0	4,2	2,6	1,1	0,0	0,5	1,4	1,3	5,1	3,9	2,6 l/s	2,3 l/s	1,11
2007	**6,5**	**5,5**	**4,1**	**1,1**	**2,1**	**2,6**	**3,4**	**3,8**	**3,1**	**2,1**	**3,8**	**3,9**	**3,6 l/s**	**3,5 l/s**	**Messjahr 1,04**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,16

In Bild 100 sind die auf Jahresmittelwerte umgerechneten Fremdwasseranteile in den einzelnen Teilgebieten zur Orientierung in der bereits bekannten Systemskizze angegeben. Die Fremdwasserverteilung bleibt in gleicher Größenordnung nur mit dem Unterschied bestehen, dass sich die absoluten Fremdwassermengen verringert haben.

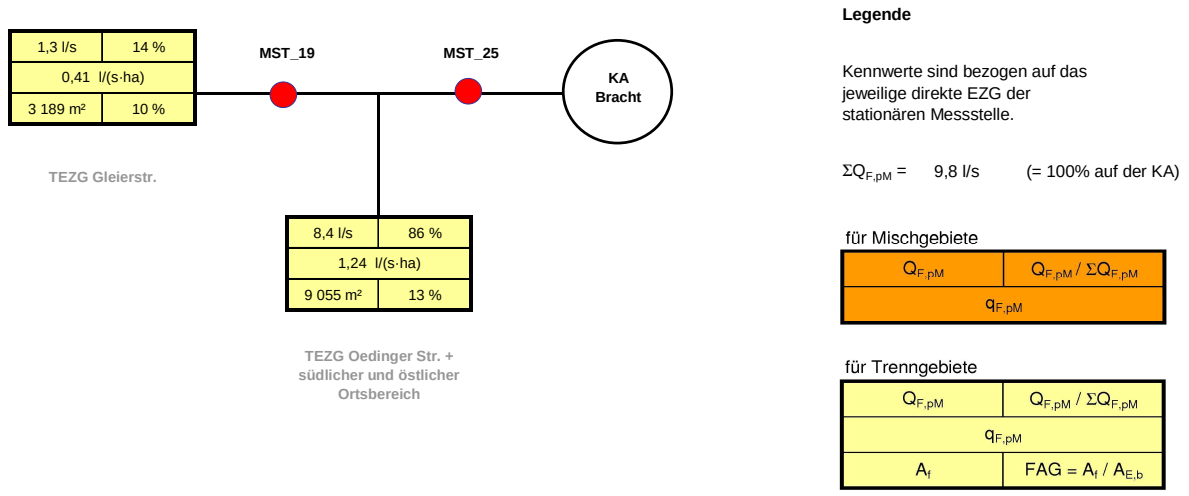


Bild 100: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Bracht (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007)

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das

mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist.

Dazu zeigt Tabelle 59 eine Übersicht, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes, die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Insgesamt lassen sich durch die im Anschluss aufgeführten Sanierungsmaßnahmen im Jahresmittel rd. 6,3 l/s bzw. 64 % des Fremdwassers langfristig reduzieren.

Tabelle 59: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen

Bezeichnung	Messkampagne Jan – Juni 2007	2007	reduziertes Fremdwasser (bezogen auf die Mst_14*)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
Gleierstraße (Mst_19)	1,4	1,3	0,5	5
restliches TEZG (Mst_25)	8,8	8,5	5,8	59
Summe	**10,2**	**9,8**	**6,3**	**64**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall $Q_{F,pM}$ = 10,2 l/s bzw. $Q_{F,aM}$ = 9,8 l/s an der Kläranlage

4.5.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

4.5.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation müssen die lokalisierten Fremdwasserquellen im EZG der KA Bracht möglichst zeitnah beseitigt werden. Mit Hilfe der Stadt Schmallenberg wurden für die entdeckten fremdwasserbehafteten Schäden Sanierungsmöglichkeiten und Kosten ermittelt.

Die Bewohner von Bracht werden von der Stadt Schmallenberg angeschrieben und aufgefordert, die derzeitig an den Schmutzwasserkanal angeschlossenen Dach– und Hofflächen an den Regenwasserkanal anzuschließen.

Die Wahl der wirtschaftlich sinnvollsten Sanierungsverfahren für die Hausanschlussleitungen kann im Rahmen dieser Untersuchung nicht erfolgen, da keine TV-Inspektion der privaten Leitungen durchgeführt wurde.

Im Ruthen

Der Überleitungssammler wird komplett im Berstlining-Verfahren erneuert. Geplant ist, fünf der neun Schachtbauwerke wegen der Undichtigkeiten abzubrechen und vier zu erneuern.

Bachstraße

Die Undichtigkeiten im öffentlichen Kanal werden mittels Partlinern beseitigt. Die Hausanschlussleitungen mit ständigem Wasserabfluss sollen saniert, erneuert oder ggf. umgeklemmt werden.

Christine-Koch-Straße

Die Muffen und Querrisse werden mittels Partlinern saniert. Eine Haltung wies mehrere Schäden mit fehlenden Wandungs- bzw. Rohrteilen auf. Zwei Hausanschlüsse waren während der TV-Inspektion als stark fremdwasserbehaftet eingestuft worden, sodass diese saniert bzw. umgeklemmt werden müssen.

Ringstraße

In der Ringstraße ist als Sanierungsverfahren in den Haltungen der Einsatz von Schlauchlinern vorgesehen. Die Haltungen zeigen zahlreiche Undichtigkeiten in den Rohrwandungen auf. Die Schächte werden z. B. mit Ombran abgedichtet.

Lindenstraße

Die Undichtigkeiten im öffentlichen Kanal werden mittels Partlinern beseitigt. Die Hausanschlussleitungen mit ständigem Wasserabfluss sollen saniert bzw. ggf. umgeklemmt werden.

4.5.3.2 Ermittlung der Kosten der einzelnen Maßnahmen

Die Kosten für die Sanierungen im öffentlichen Kanalnetz sind von der Stadt Schmallenberg ermittelt worden und im Anhang B einsehbar. Neben den Kosten zu den Schäden in den festgelegten Fremdwasserschwerpunkten sind ebenfalls die Kosten aufgeführt, die zu den Schäden außerhalb der Fremdwasserschwerpunkte gehören.

Erforderliche Sanierungen für die Grundstücksentwässerungen wurden mit rd 5.000 € brutto je Anschluss abgeschätzt. Die Untersuchung der privaten Kanäle ist nicht Gegenstand dieses Untersuchungsvorhabens, sodass genaue Kostenkalkulationen erst nach zusätzlichen Inspektionen dieser möglich sind. Durch die bereits existierenden Regenwasserkanäle ist das Umklemmen der fehlangeschlossenen Dach-, Hof- und Straßenflächen relativ einfach realisierbar.

In Tabelle 60 sind die Sanierungskosten für die jeweiligen Fremdwasserschwerpunkte zusammengefasst. Die Kosten für die Maßnahmen wurden abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

Tabelle 60: Zusammenstellung der Sanierungskosten

Einzugsgebiet	Sanierungskosten brutto		
	öffentl. Kanal [€]	privater Kanal [€]	Summe [€]
Im Ruthen	32.300	4.000	36.300
Bachstraße	18.800	14.000	32.800
Christine-Koch-Straße	12.400	20.000	32.400
Ringstraße	62.700	30.000	92.700
Lindenstraße	9.800	26.000	35.800
Summe	**136.000**	**94.000**	**230.000**

Die Sanierungen in der Ringstraße erfordern mit 92.700 € den höchsten Investitionsbedarf und machen rd. 40 % des Gesamtinvestitionsbedarfs aus. Die Investitionskosten in den verbleibenden Teileinzugsgebieten sind mit 32.000 € bis 36.000 € nahezu gleich hoch.

4.5.4 Bewertung

4.5.4.1 Ermittlung des Nutzwertes der Sanierungsmaßnahmen bzw. der Fremdwasserschwerpunkte (Nutzwertanalyse)

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Nachhaltigkeit von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetzemissionen sowie auf die Kläranlagenemissionen und die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Die Methodik der Nutzwertanalyse und die Bewertungskriterien im Einzelnen sind im Kapitel 2.4 beschrieben. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Orte bzw. Fremdwasserschwerpunkte beurteilt.

Es wurden die Fremdwasserschwerpunkte Ringstraße, Lindenstraße, Christine-Koch-Straße, Bachstraße und Im Ruthen in der Nutzwertanalyse untersucht. Zusätzlich wurde eine Nutzwertanalyse von dem direkten Einzugsgebiet der Mst_25 durchgeführt.

In Tabelle 61 sind die ermittelten Nutzwerte für die jeweiligen Einzugsgebiete zusammengefasst. Im Anhang C sind die sechs Bewertungsmatrizes für jeden Fremdwasserschwerpunkt

dokumentiert. Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar. Die als Ranking dargestellten Ergebnisse der Nutzwertanalyse sind in Bild 101 in Form eines Balkendiagramms aufgetragen.

Tabelle 61: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche

Rang	Bezeichnung des Fremd-wasserschwerpunktes	Nutzwerte					
		Abwasserab-gabenrelevanz	Fremdwasser-reduzierung	Kanalnetz-emissionen	Kläranlagen-emissionen	Immissions-situation	**Summe**
1	TEZG der MST_25	150	34	0	100	6	**290**
2	Im Ruthen	150	16	0	100	6	**272**
3	Bachstr.	60	27	0	80	6	**173**
4	Christine-Koch-Str.	30	27	0	70	6	**133**
5	Lindenstr.	0	25	0	52	6	**83**
5	Ringstr.	0	21	0	52	6	**79**

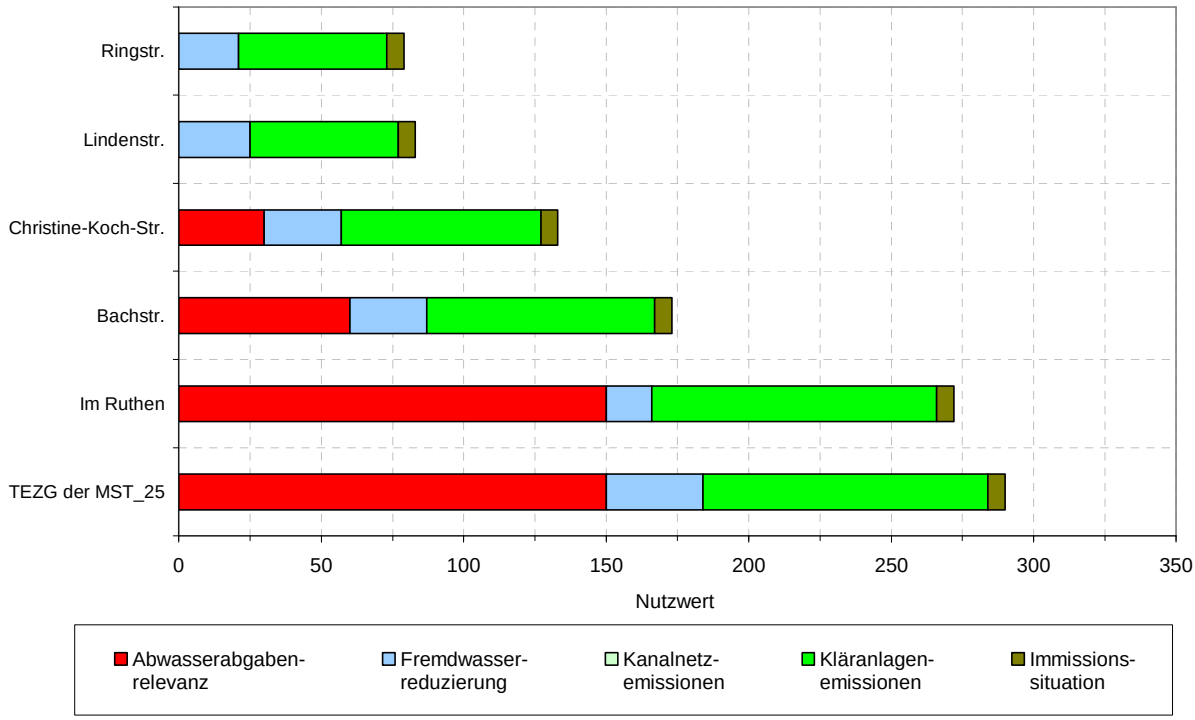


Bild 101: Zusammenstellung der Nutzwerte

Ausschlaggebend für den Nutzwert ist vor allem das Kriterium der Abwasserabgabenrelevanz und der Kanalnetzemissionen.

Die Höhe der Abwasserabgabe wird nur in den Fremdwasserschwerpunkten reduziert, in denen das Fremdwasserreduzierungspotenzial mehr als 5 % beträgt. Da die Fremdwasserreduktion in dem Fremdwasserschwerpunkt „Im Ruthen“ sowie auch im direkten Einzugsgebiet der Mst_25 am höchsten ist, steigt hier folglich der Nutzwert in dem Kriterium „Abwasserabgabenrelevanz“.

Das Bewertungskriterium „Kanalnetzemissionen“ spielt in dem Einzugsgebiet der KA Bracht keine Rolle. In dem Trenngebiet sind keine hydraulischen Überlastungen und auch keine Notentlastungen des Schmutzwasserkanals bekannt, sodass hier durch die Fremdwassersanierungen keine Verbesserung der Situation erzielt wird. Es wird davon ausgegangen, dass nach der Fremdwasserminderung weiterhin eine ausreichende Spülwirkung im Schmutzwasserkanal vorhanden ist.

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers in allen Teilgebieten eine erhebliche Verbesserung der Reinigungsleistung zwischen 5 bis sogar 27 % erzielt werden, sodass hier selbst bei der Beseitigung von geringen Fremdwassermengen in der Ring- oder Lindenstraße schon eine potenzielle Verbesserung der CSB-Elimination erreicht werden kann. Basis war hierbei die Eliminationsleistung von 2007, die beim CSB bei 72 % lag.

Das Bewertungskriterium „Fremdwasserreduzierung“ setzt sich aus der absoluten Menge der Fremdwasserreduzierung und dem spezifischen Fremdwasseranfall bezogen auf die befestigte Fläche bzw. bei Überleitungssammlern bezogen auf die Kanallänge zusammen. In Bracht ist lediglich der Fremdwasserschwerpunkt „Im Ruthen“ ein langer Überleitungssammler. Die restlichen Fremdwasserschwerpunkte können eher als kompakte geschlossene Entwässerungsgebiete eingestuft werden. In Trenngebieten spielt ebenfalls die Reduktion der an den Schmutzwassersammler fehlangeschlossenen Flächen eine Rolle, die in Bracht in allen Schwerpunkten nahezu identisch ist. Die Reduktion des grundwasserbasierten Fremdwassers beeinflusst den Nutzwert in Bracht am stärksten. Des Weiteren wird die Höhe des Nutzwertes „Fremdwasserreduzierung“ von den Kriterien „Grundwasseranstieg als Folge der Sanierungen“ und „Nachhaltigkeit der Sanierungen“ beeinflusst. Unter Nachhaltigkeit wird der langfristige Erfolg der Sanierung verstanden, d. h. neben dem Sanierungsverfahren spielt auch der mögliche Wiedereintritt des Fremdwassers über Hausanschlüsse nach Abdichtung des öffentlichen Kanals eine Rolle. Den höchsten Nutzwert bei dem Kriterium

„Fremdwasserreduzierung“ kann im TEZG der Mst_25 mit 34 Punkten erreicht werden, da hier das Fremdwasserreduzierungspotenzial am größten ist. Der geringste Nutzwert mit 16 Punkten wird im Fremdwasserschwerpunktgebiet „Im Ruthen“ erzielt.

In den verbleibenden Fremdwasserschwerpunkten sind die Nutzwerte zur Fremdwasserreduzierung mit 21 bis 27 Punkten nahezu gleich.

Die Immissionssituation wird durch die Fremdwassersanierungsmaßnahmen in dem Einzugsgebiet der KA Bracht nicht verändert. Die Gewässergüte im Ausgangszustand ist II und wird nicht durch die Fremdwasserreduzierung verbessert. Daher ist der Nutzwert von 6 bei allen Fremdwasserschwerpunkten identisch.

Den höchsten Gesamtnutzwert haben die Sanierungsmaßnahmen im direkten Einzugsgebiet der Mst_25. Bei der Betrachtung der einzelnen Fremdwasserschwerpunkte weist das Gebiet „Im Ruthen“ den höchsten Nutzwert auf. Die Christine-Koch-Straße und die Bachstraße erhalten mittelmäßige Nutzwerte, da hier weniger Fremdwasser gefunden wurde und folglich auch die Auswirkungen der Reduzierungen geringer ausfallen. Den geringsten Nutzwert in diesem Untersuchungsgebiet zeigen die Linden- und die Ringstraße. Die Fremdwasserreduktion ist in diesen Gebieten so gering, dass diese noch nicht mal Auswirkungen auf die Höhe der Abwasserabgabe hat.

4.5.4.2 Abschätzung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Werden der Nutzwert- und die Sanierungskosten ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich die in der Tabelle 62 aufgeführte Rangfolge.

Tabelle 62: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Rang	Fremdwasserschwerpunkt	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Im Ruthen	272	36.300	**7,49**
2	Bachstraße	173	32.800	**5,27**
3	Christine-Koch-Straße	133	32.400	**4,10**
4	Lindenstraße	83	35.800	**2,32**
5	TEZG der Mst_25	290	137.300	**2,11**
6	Ringstraße	79	92.700	**0,85**

Hier ergeben sich etwas andere Prioritäten als bei der alleinigen Betrachtung der Nutzwerte. Es ist deutlich zu erkennen, dass das Nutzwert-Kosten-Verhältnis klar von den Kosten be-

einflusst wird. Das Teileinzugsgebiet der Mst_25 ist trotz des hohen Fremdwasserreduzierungspotenzials eher am Ende der zu priorisierenden Maßnahmen wiederzufinden. Dem hohen Nutzwert stehen die höchsten Investitionskosten in dem Einzugsgebiet der KA Bracht entgegen. Die Sanierungskosten in den Fremdwasserschwerpunkten Im Ruthen, Bachstraße, Christine-Koch-Straße und Lindenstraße sind nahezu identisch, sodass hier die Reihenfolge aus der Nutzwertanalyse bestehen bleibt. Am Ende der Rangfolge ist der Fremdwasserschwerpunkt Ringstraße mit einem Nutzwert-Kosten-Verhältnis von nur 0,85 zu finden. Die Ringstraße weist mit 79 den geringsten Nutzwert auf und mit 92.700 € verhältnismäßig hohe Investitionskosten.

Zusammenfassend sind in Bild 102 die in der Nutzwertanalyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in Rot-Abstufung dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete in Bracht, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden.

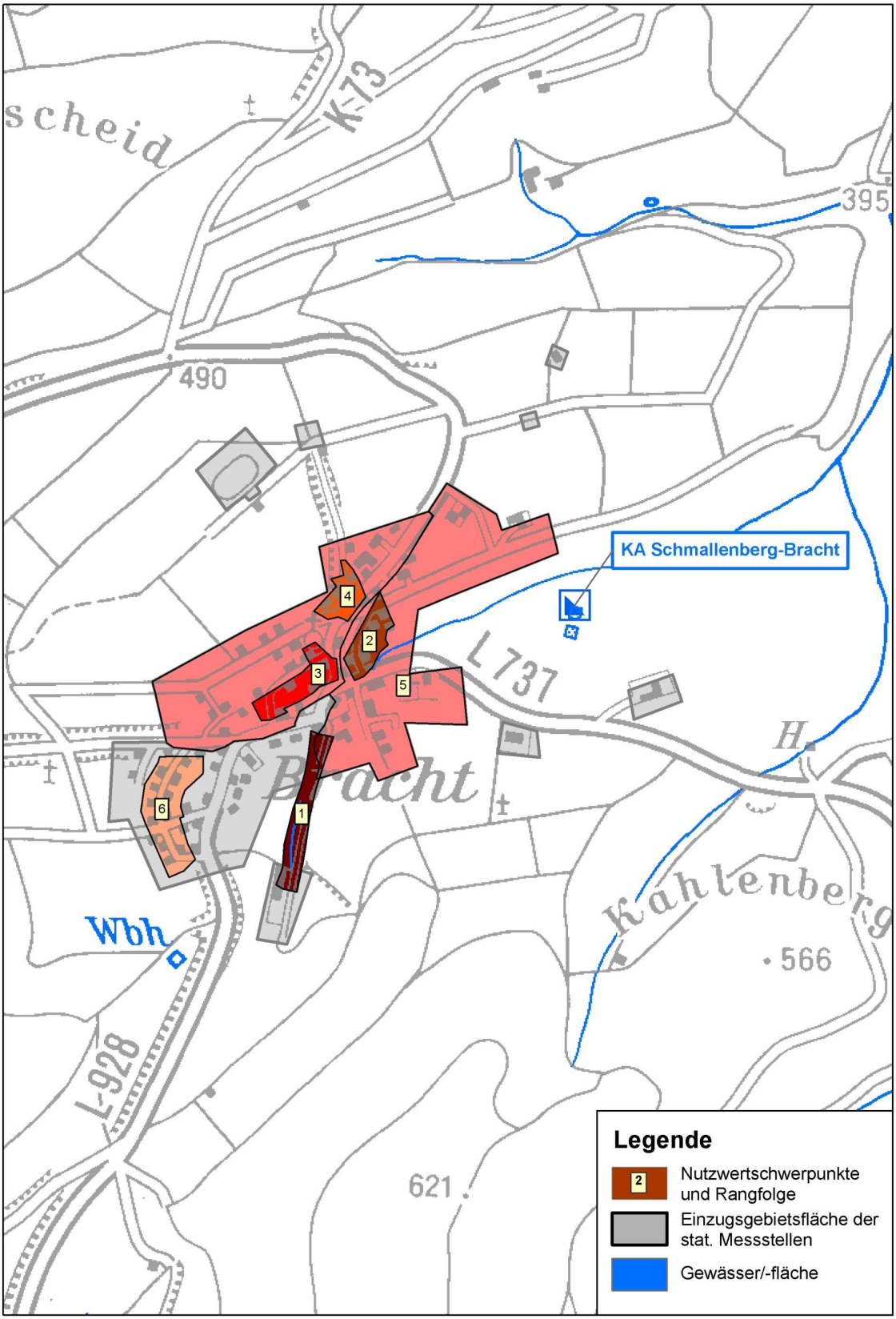


Bild 102: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

4.6 KA Schmallenberg-Holthausen

4.6.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

4.6.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Im Norden an das Zentrum von Schmallenberg grenzt das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen. An die Kläranlage ist neben dem Ortsteil Holthausen der benachbarte Ort Huxel über ein Schmutzwasserpumpwerk angeschlossen. Die Bebauung zeigt ländlichen Charakter mit reinen Wohngebieten. Holthausen erstreckt sich auf einer Höhe von 460 – 750 m ü.NN am Südhang des Ohlberges. In Bild 103 ist die Lage des Einzugsgebietes der Kläranlage auf Basis einer Topografischen Karte TK 25 dargestellt.

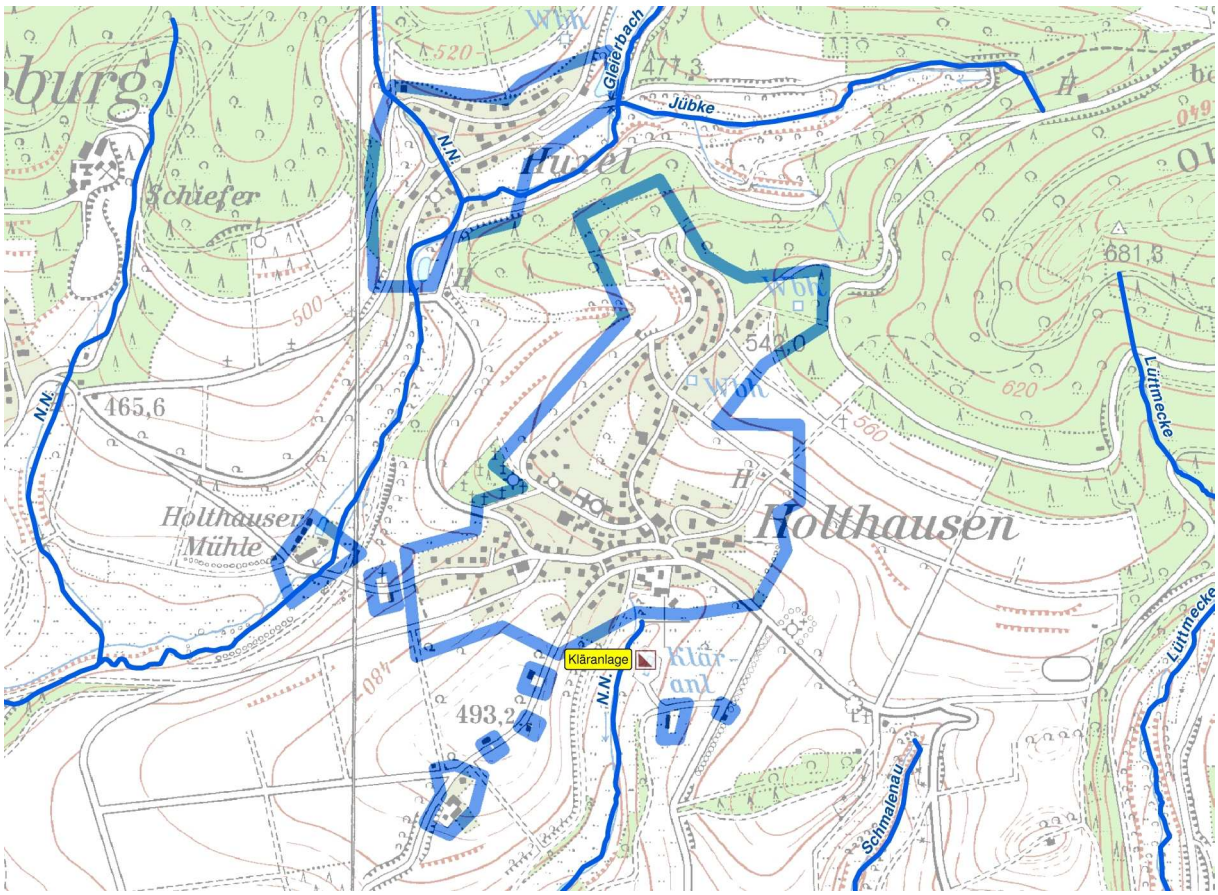


Bild 103: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen

4.6.1.2 Siedlungsentwässerung

4.6.1.2.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das kanalisierte Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen weist eine Größe von insgesamt 55 ha aus. Die befestigte Fläche beträgt 11 ha und entspricht einem mittleren Befestigungsgrad von rd. 20 %. Der Zufluss zur Kläranlage beträgt 15 l/s. Die Entwässerung erfolgt zu 95 % im Trennverfahren, lediglich die befestigten Flächen der Heustraße entwässern mit insgesamt 5 % der kanalisierten Flächen im Mischverfahren zur Kläranlage.

Das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen wird ganzheitlich als Trenngebiet gerechnet. Derzeit entwässert die Heustraße noch im Mischsystem, jedoch sind Bemühungen der Stadt Schmallenberg vorhanden, den gesamten Ortsteil Holthausen im Trennsystem zu entwässern. Um langfristig den gesamten Nutzen auch im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit der Kläranlage und die Gewässer abschätzen zu können, wird das System ganzheitlich wie ein Trennsystem gehandhabt.

Der einwohnerspezifische Trinkwasserverbrauch wird im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen mit 100 l/(E · d) im Jahr 2007 angesetzt. Die Einwohnerzahl liegt bei 727 E. Industriebetriebe sind nicht ansässig, sodass kein betrieblicher Schmutzwasserabfluss angesetzt wird. Anhand der Grundlagendaten errechnet sich somit ein Schmutzwasserzufluss von 0,8 l/s.

Die mittlere jährliche Jahresniederschlagshöhe (2000 - 2006) im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen beträgt 1.155 mm/a. Diese Niederschlagshöhe ist charakteristisch für den Randbereich der Mittelgebirgsregion Sauerland und liegt damit durchschnittlich etwa 10 % über dem Mittel der betrachteten DWD-Stationen im Stadtgebiet von Schmallenberg in Höhe von 1.054 mm/a.

Im Kanalnetz sind keine Anlagen zur Mischwasserbehandlung angeordnet. Lediglich die Kläranlage verfügt mit einer Entlastung in den Siepen über eine hydraulische Limitierung der zufließenden Abwassermengen auf Q_{max} = 15 l/s.

Zur Erhebung der Abwassergebühr wird der Frischwasserverbrauchsmaßstab angewandt. Die Stadt Schmallenberg arbeitet zz. an der Umsetzung des gesplitteten Gebührenmaßstabes.

4.6.1.2.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der Kläranlage vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der Kläranlage für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet.

In Bild 104 sind die Ergebnisse der Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse nach verschiedenen Auswertemethoden zusammen mit den jährlichen Niederschlägen über die Jahre 2000 bis 2006 dargestellt.

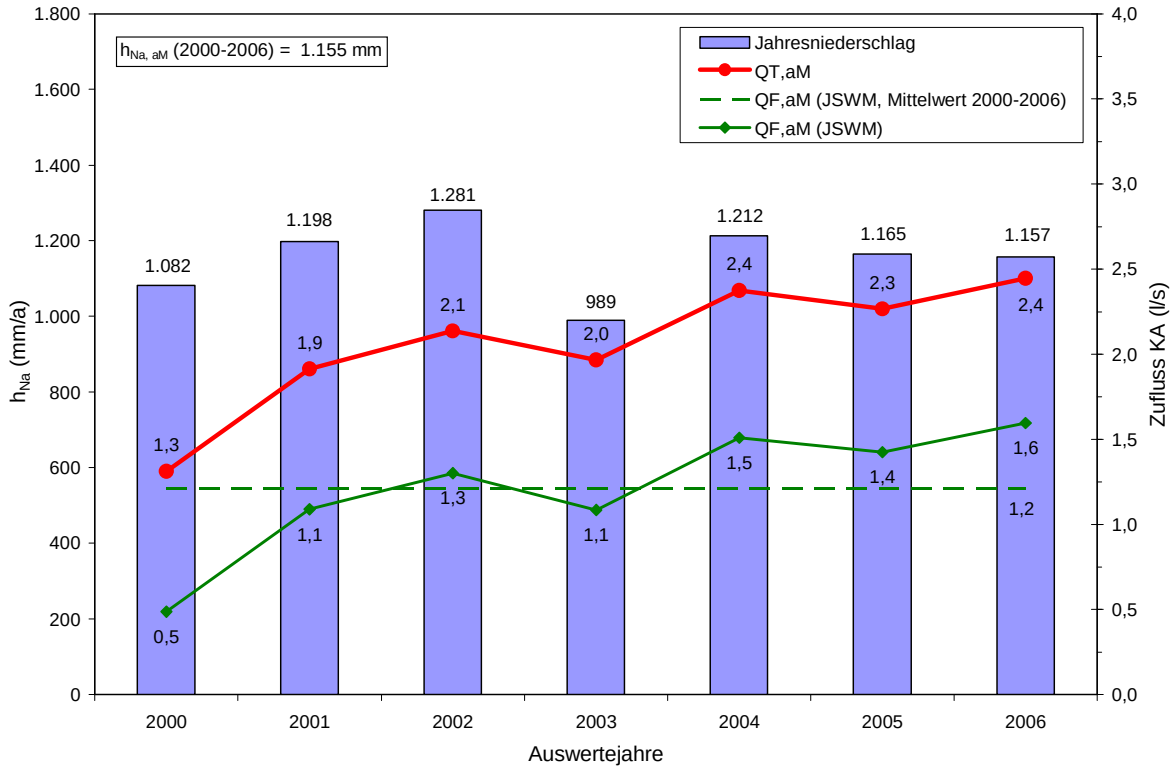


Bild 104: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg-Holthausen mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006

Es ist erkennbar, dass der Gesamtabfluss in regenreichen Jahren ebenso ansteigt wie der darin enthaltene Fremdwasserabfluss. Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses

schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 1,3 und 2,4 l/s. Der mittlere jährliche Fremdwasserzufluss zur Kläranlage nach der Jahresschmutzwassermethode variiert zwischen 0,5 l/s und 1,6 l/s und liegt im Mittel bei 1,2 l/s.

Die jahreszeitliche Variabilität des Fremdwasseraufkommens wird in Bild 105 und Bild 106 deutlich. Exemplarisch ist das Fremdwasseraufkommen eines nassen (2002) und eines trockenen (2003) Jahres für das gleitende 21-d Minimum dargestellt.

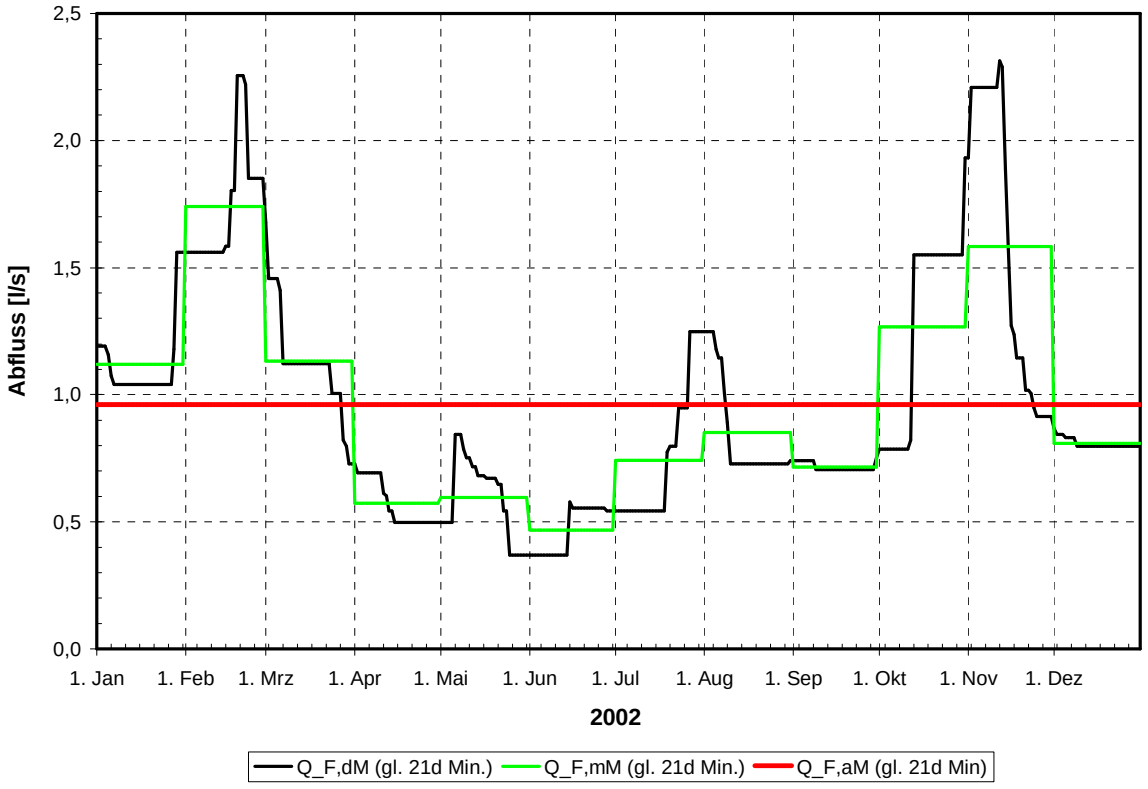


Bild 105: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Holthausen in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.354 mm (Regenschreiber Holthausen)

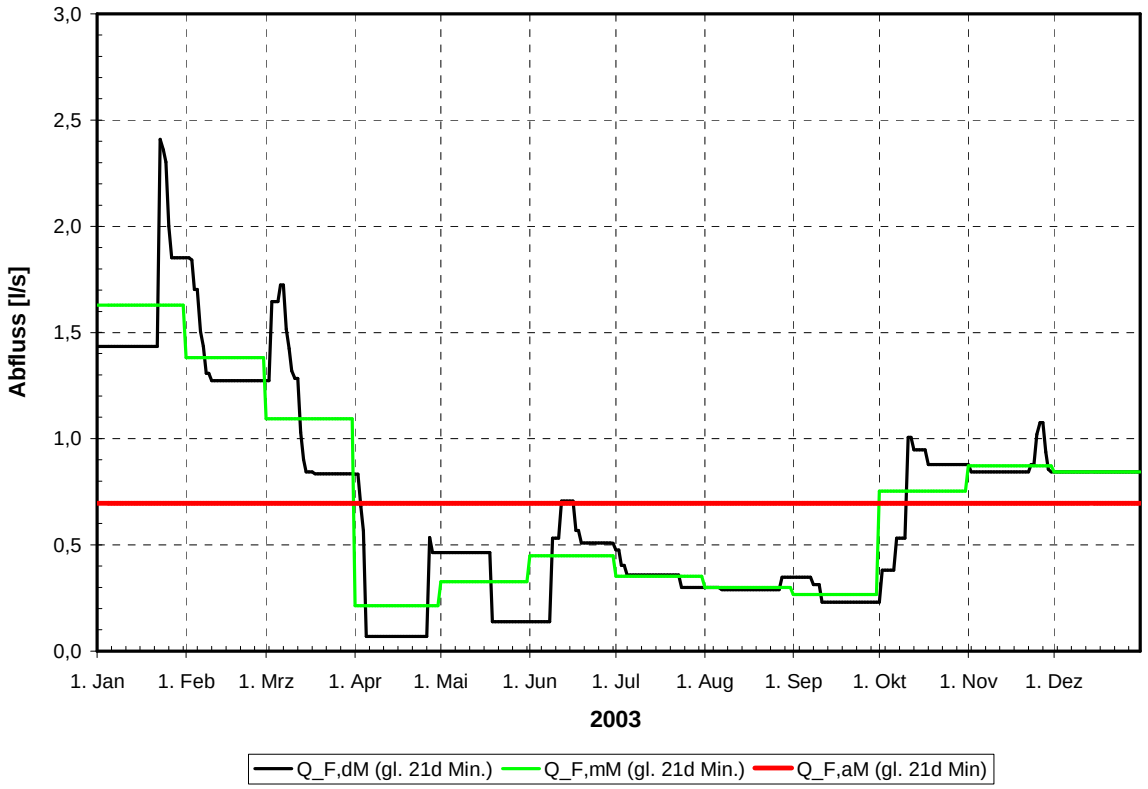


Bild 106: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Holthausen in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1.029 mm (Regenschreiber Holthausen)

Im Vergleich zum mehrjährigen Mittelwert (2000 - 2006) für Fremdwasser von 1,2 l/s liegt das nasse Jahr 2002 mit 1,3 l/s darüber und das trockene Jahr mit 1,1 l/s knapp darunter. Deutlicher sind die Unterschiede in den monatlichen Mittelwerten des gleitenden 21-d Minimums erkennbar. Das trockene Jahr 2003 zeigt einen ausgeprägten fremdwasserschwachen Sommer.

Die Ursache für die jahreszeitliche Variabilität ist auf die hydrologischen Randbedingungen zurückzuführen. Durch die geringere Verdunstung im Winterhalbjahr führen die Niederschläge zu einer direkten Anreicherung des Bodenwasserhaushaltes und damit zu einem Anstieg des Grundwassers. Aufgrund dessen ist die Infiltration in die Kanalisation höher als im Sommer. Erfahrungsgemäß gehen länger andauernde Regenereignisse im Winter mit einem ausgeprägten Fremdwassernachlauf einher.

Die Kenndaten und Ergebnisse der Fremdwasservorauswertungen sind als Mittelwerte über die Jahre 2000 bis 2006 zum Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen in Tabelle 63 zusammengefasst.

Tabelle 63: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 – 2006) für das EZG der KA Schmallenberg-Holthausen

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwerte
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.155
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	64.929
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	2,1
Einwohner	E	E	731
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	100
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	0,8
Betrieblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	0,0
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	0,8
Einwohnerspez. Trockenwetterabflussspende	q_T	l/(E · d)	243
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	1,2
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Minimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	0,9
Fremdwasserabfluss (Nachtminimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	1,1
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	q_F	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,11
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	143

Die erhöhte einwohnerspezifische Trockenwetterabflussspende q_T = 243 l/(E · d) und der zugehörige Fremdwasserzuschlag FWZ = 143 % weisen das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen als mäßig fremdwasserbelastet aus.

Die auf die befestigte Fläche bezogene Fremdwasserabflussspende q_F = 0,11 l/(s · $ha_{AE,b}$) liegt jedoch im oberen Bereich der als vertretbar angesehenen Fremdwasserabflussspende nach ATV-Arbeitsblatt A 128. Das Arbeitsblatt nennt Fremdwasserspenden von 0,05 bis 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$).

Reinigungsleistung der Kläranlage

Geringe Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage sind ein weiteres Indiz für einen erhöhten Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet. So gibt die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 [11] charakteristische Konzentrationswerte für die Parameter CSB, TKN und P an, deren Unterschreitung infolge der Verdünnung einen Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ > 100 %) darstellt. Höhere Zulaufkonzentrationen beim Parameter Nitrat (NO_3-N) deuten auf einen grundwasserbedingten Abfluss von Fremdwasser hin, da Grundwasser

infolge landwirtschaftlich genutzter Flächen i. d. R. eine entsprechende Nitratbelastung aufzeigt.

Exemplarisch sind in Tabelle 64 die Ergebnisse der Messungen der Zulaufkonzentrationen auf der KA Schmallenberg-Holthausen über die Jahre 2002 bis 2007 zusammengestellt und den Indikatoren der DWA-Arbeitsgruppe gegenübergestellt. Bei den Konzentrationswerten wurde auch auf qualifizierte Stichproben zurückgegriffen.

Tabelle 64: Zulaufkonzentrationen zur KA Schmallenberg-Holthausen über den Zeitraum 2002 - 2007

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall nach [11]
CSB	491	575	< 400 mg/l
TKN	47,5	49,8	< 35 mg/l
P_{ges}	7,2	8,6	< 6 mg/l

Auf der KA Schmallenberg-Holthausen liegt nach den Indikatoren der DWA keine auffällige Verdünnung des Abwassers infolge von Fremdwasser vor. Alle Zulaufkonzentrationen liegen unter den Indikatorwerten. Da das Einzugsgebiet in großen Teilen im Trennsystem entwässert, ist bereits jetzt zu vermuten, dass der grundwasserbedingte Basisabfluss (hier: gleitendes 21-d Minimum) nominell gering ausfällt. Davon unabhängig ist jedoch eine mögliche Beschickung der Kläranlage mit hohen Spitzenabflüssen, die infolge des Notabschlages vor der Kläranlage direkt in das Gewässer geleitet werden.

Die KA Schmallenberg-Holthausen entspricht nach ihrer Zulaufbelastung der Größenklasse 2 und ist für 1.000 EW ausgebaut. Die Einleitung des gereinigten Abwassers erfolgt in die Schmalenau, einem Seitenarm der Lenne.

In Tabelle 65 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Schmallenberg-Holthausen für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 ℃) und P_{ges} im Jahr 2007 zusammengestellt.

Tabelle 65: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Holthausen

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination 2007 [%]	Ersatzweise: mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination 2006 [%]
CSB	83	89
N_{ges} (≥ 12 °C)	- *)	45
P_{ges}	49	89

*) Aufgrund einer zu geringen Gesamtheit an Messdaten bei Temperaturen (≥ 12 °C) kann im Jahr 2007 keine Angabe zum Wirkungsgrad gemacht werden. Ersatzweise werden zur Orientierung auch die Wirkungsgrade für das Jahr 2006 aufgeführt.

4.6.1.2.3 Kanalnetz

Der Ortsteil Holthausen wurde im Jahr 2000 katastermäßig digital erfasst. Zusätzliche Informationen zum Kanalnetz wurden zu Beginn der Messkampagne auf Basis vorliegender Pläne vom Ruhrverband digital ergänzt.

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Das Kanalnetz im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen wurde nach Angaben der Stadt Schmallenberg im Jahr 2000 im Bereich der Schmutzwasserkanalisation kamerabefahren.

Einstau- und Entlastungssituation der Regenbecken

Das Kanalnetz verfügt über keine Niederschlagswasserbehandlungsanlagen. Vor der Kläranlage befindet sich jedoch ein Abschlag, um sie vor hydraulischer Überlastung zu schützen.

4.6.1.2.4 Immissionssituation der Gewässer

Der Stadtteil Holthausen liegt im Einzugsbereich des Gleierbaches und der Schmalenau. Die Schmalenau mündet im Bereich des Schmallenberger Ortsteiles Gleidorf in den Gleierbach, der nach kurzem Fließweg wiederum in die Lenne mündet. Die KA Schmallenberg-Holthausen selbst leitet in einen namenlosen Siepen ein, der in die Schmalenau fließt.

Der Gleierbach (DE_NRW_276616_0) und die Lenne (DE_NRW_2766_104416) im Bereich des Zuflusses des Gleierbaches sind als grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche des Fließgewässertyps 5 kategorisiert [42]. Für die Schmalenau ist keine Klassifizierung vorhanden.

Bis zur KA Schmallenberg und somit auch im Einmündungsbereich des Gleierbaches ist die Lenne mäßig (Gewässergüteklasse II) belastet mit Tendenz zur Güteklasse I-II. Unterhalb

der KA Schmallenberg wird sie in die Güteklasse II-III eingestuft. Gleierbach und Schmalenau wurden nicht eingestuft [21].

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper [42] mit Einzugsgebieten > 10 km² zurückgegriffen. Darin wurden die bestehenden Belastungen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Mit Hilfe der Bestandsaufnahme soll beurteilt werden, ob es eindeutige Hinweise auf den Einfluss von Niederschlags- bzw. Abwassereinleitungen auf das Gewässer gibt.

Für den Gleierbach und die Lenne im Bereich der Einleitung des Gleierbaches liegen nach Bestandsaufnahme der EU-WRRL im Ergebnisbericht Ruhr Einschätzungen für die Zielerreichung eines guten ökologischen Zustandes vor.

Hierbei wurde sowohl für die Lenne als auch für den Gleierbach im betrachteten Abschnitt die Zielerreichung als unklar eingestuft. Lediglich für die Gewässergüte und die Gewässerstruktur ist die Zielerreichung eines guten Zustandes bei beiden Gewässern wahrscheinlich.

4.6.1.3 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Im Anschluss an die TV-Zustandserfassung wurde das Schmutzwassernetz im Rahmen einer Fremdwasseruntersuchung genebelt. Im Bereich der Kirchstraße, Hochstraße, Zur Schiefergrube, Schützenstraße und Mittelstraße wurden dabei insgesamt 22 an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossene Oberflächenentwässerungen (vornehmlich Privatgrundstücke) festgestellt.

4.6.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

Mit den bislang vorliegenden Informationen aus der langjährigen Vorauswertung ist noch keine kleinräumige Quantifizierung und Lokalisierung des Fremdwasseranfalls möglich. Daher wurden von Januar bis Ende Juni 2007 detaillierte Kanalisationsmesskampagnen durchgeführt. Das Messprogramm und die verwendeten Messgeräte werden nachfolgend beschrieben.

4.6.2.1 Messprogramm

Im Rahmen des Messprogrammes wurden in Holthausen ein stationäres Durchflussmessgerät und ein Regenschreiber genutzt. Das Einzugsgebiet wurde aufgrund seiner geringen

Größe nicht mit einer Klimastation oder Grundwasserpegeln ausgerüstet. Bei Bedarf wurde auf die Daten der benachbarten Klimastation im Ortsteil Winkhausen zurückgegriffen.

4.6.2.1.1 Stationäre Durchflussmengenmessungen und Handmessungen

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde gemeinsam mit der Stadt Schmallenberg festgelegt und zwischen Anfang Dezember 2006 und Anfang Juli 2007 durchgeführt. Die Anordnung der Messstellen orientierte sich an der Struktur der Einzugsgebiete der Kläranlagen und wurde wesentlich durch die strukturellen Abschnitte von Ortslagen und Tälern bestimmt.

Im Bereich der KA Schmallenberg-Holthausen wurde zu Beginn des Untersuchungsprogrammes aufgrund der geringen Größe des Einzugsgebietes und der aus den Vorauswertungen bekannten niedrigen Abwassermenge zur Kläranlage nur eine stationäre Messstelle auf der Kläranlage eingerichtet. Eine Verfeinerung des Untersuchungsrasters erfolgte im nachhinein über Handmesskampagnen und zwei ergänzende Mobi-DiR-Einsätze. Die Pumpenlaufzeiten am Pumpwerk Huxel wurden nicht separat erfasst, da dieses Teileinzugsgebiet bereits vor der Messkampagne als fremdwasserfrei bekannt war. Diese Annahme bestätigte sich im Laufe der Handmesskampagnen.

Der kurz vor der Kläranlage liegende und bei Überschreitung der maximal zulässigen Abflussmenge Q_{max} = 15 l/s zur Kläranlage aktivierte Abschlag in das Gewässer wurde nicht mit einer Wasserstandsmessung ausgestattet.

In Bild 107 ist die Anordnung der Durchfluss- und Handmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten und Einwohnerzahlen wurden im Rahmen der Auswertung der Messdaten bezogen auf die Anordnung der Messstellen neu erhoben. Die Abflusskenndaten der Messstelle sind in Tabelle 66 zusammengestellt.

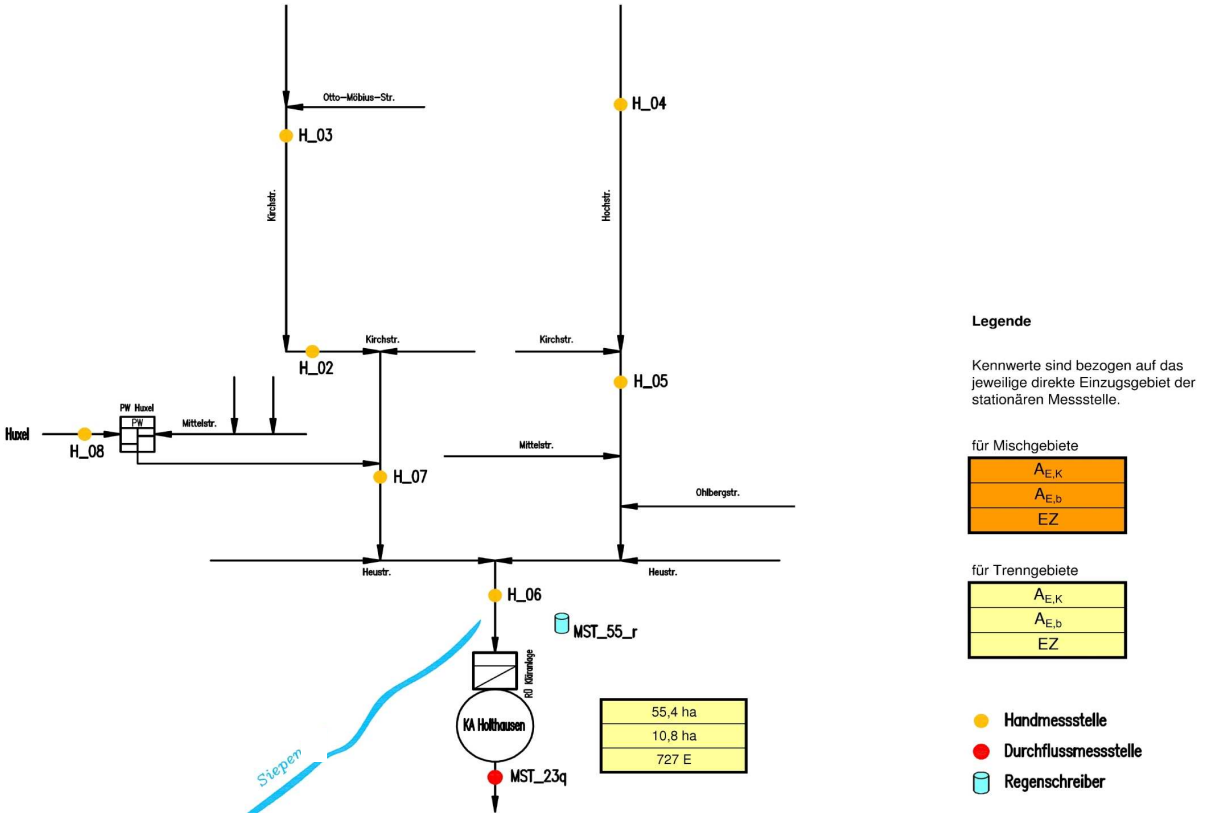


Bild 107: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen

Tabelle 66: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen

Mst.-Nr.	Messstellen-bezeichnung	System	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
			gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_23	Abfluss KA Holthausen	TS *)	0,8	0,8	-	-	0,8	0,8

*) Das EZG der KA Schmallenberg-Holthausen wird ganzheitlich als Trennsystem gerechnet, da die zurzeit noch bestehende mischentwässerte Heustraße künftig in ein Trennsystem umgewandelt werden soll. Das derzeit noch abgeleitete Niederschlagswasser aus dem Mischsystem wird demnach als Fremdwasser aufgefasst und beim Reduzierungspotenzial mit erfasst.

Die Messstelle Mst_23 erfasst auf der Kläranlage den gesamten Abfluss von Holthausen und Huxel. Auf eine weitere Unterteilung wurde wegen der geringen Größe des Einzugsgebietes verzichtet. Die Lage aller Messstellen ist im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

In Tabelle 67 folgt eine Auflistung aller Abflussmessungen mit Ein- und Ausbaudatum, Laufzeit und Art des Messgerätes. Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall oder durch beschädigte Messsonden, führen zu Datenlücken, sodass Mess- und Laufzeit teilweise voneinander abweichen. So fiel das nicht batteriebetriebene Durchflussmengenmessgerät an der Mst_23 durch einen Stromausfall auf der Kläranlage aus.

Tabelle 67: Übersicht der Abflussmessungen im EZG Schmallenberg-Holthausen

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_23	Abfluss KA Holthausen	RV-Gerät/ MDS 3	30.01.07	04.07.07	155	116

Die gewonnenen Abflussmessdaten der Messstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Nach einer visuellen Prüfung wurden die Messdaten durch Vergleichsmessungen kalibriert und schließlich eine Summenkontrolle der Abwassermenge nach Vereinigungen durchgeführt. Abschließend wurden alle Messstellen aufgrund ihrer Aufzeichnungsqualität bewertet.

Die Messdaten der Mst_23 wurden als plausibel eingestuft.

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in Holthausen am 13.02.2007 und am 15.05.2007 an zwei Tagen Handmessungen zur Erfassung des momentanen Durchflusses im Kanal durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere die Gebiete näher untersucht, die im Rahmen des Messprogramms als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert wurden. Anzumerken ist, dass der gemessene Wert nur eine Momentaufnahme des Abflusses ist. Aussagen über evtl. Niederschlagsnachläufe oder den Schmutzwassertagesgang können nicht gemacht werden.

4.6.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regenwettertagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen erforderlich. Da die Niederschlagsmenge und –intensität, insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen, sehr unterschiedlich sein können, wurden im Stadtgebiet Schmallenberg Regenschreiber und Klimastationen eingerichtet, die je nach ihrer Lage für die Auswertung in den unterschiedlichen Kläranlageneinzugsgebieten genutzt wurden.

Zur Erfassung der beschriebenen Messwerte wurde im Einzugsgebiet der Kläranlage ein Regenschreiber aufgestellt. Ergänzend wurde eine Klimastation im benachbarten Einzugsgebiet der KA Schmallenberg in Winkhausen genutzt. Die Lage der Messgeräte geht aus dem Lageplan im Anhang A hervor. In Tabelle 68 sind die Einbau- und Ausbaudaten zusammengefasst.

Tabelle 68: Überblick über die Niederschlagsmessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_55	KA Holthausen Regenschreiber Holthausen	18.01.07	04.07.07
Mst_54	KA Schmallenberg Klimastation Winkhausen	19.12.06	04.07.07

Neben den während der Messkampagne ausgelesenen Niederschlagsschreibern wurde zur Einordnung der Niederschlagssummen das langjährige Mittel der Jahre 1961 bis 1990 ausgewertet. Dazu wurden die Niederschlagsmessstationen im Bereich der Stadt Schmallenberg herangezogen. In Tabelle 69 sind die monatlichen Niederschlagshöhen und das langjährige Monatsmittel zusammengetragen.

Tabelle 69: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel

Monat	2007		Jahresmittelwerte 1961 – 1990 (DWD) Schmallenberg-Bödefeld, -Fleckenberg und -Sellinghausen
	Mst_54 Klimastation Winkhausen	Mst_55 Regenschreiber Holthausen	
	N [mm]	N [mm]	N [mm]
Januar	110,1	29,7 *)	98,7
Februar	114,6	108,5	70,6
März	94,3	105,5	86,6
April	1,6	2,6	74,2
Mai	157,5	121,5	84,7
Juni	157,6	157,3	92,2
Summe	**636**	**- *)**	**507**

*) Messung erst ab dem 18.01.2007

Die Niederschlagsmenge im 1. Halbjahr liegt an ausgewählten Messstellen im Stadtgebiet von Schmallenberg nach der 30-jährigen Statistik des DWD bei 507 mm. Der Auswertezeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007 lieferte im benachbarten Winkhausen mit 636 mm ca. 25 % mehr Niederschlag. Während der April außergewöhnlich trocken war, waren die übrigen Monate durchschnittlich niederschlagsreicher. So fielen im Mai 86 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel des DWD.

4.6.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Der Fremdwasseranfall wird indirekt über den Bodenwasserhaushalt und den Stand des Grundwasserspiegels beeinflusst. Höhere Grundwasserstände führen im Allgemeinen auch zu gestiegenen Fremdwasserabflüssen.

Obwohl in Holthausen keine Grundwassermessstelle abgeteuft wurde, können dennoch Tendenzen der Veränderung des Grundwasserspiegels an den benachbarten Messstellen in den Einzugsgebieten Nordenau, Westfeld und Wormbach abgelesen werden.

4.6.2.1.4 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

Kamerabefahrungen

Es wurden keine Kamerabefahrungen durchgeführt.

Signalnebeluntersuchungen in trennentwässerten Gebieten

Zur Lokalisierung von Fehlanschlüssen befestigter Flächen an den Schmutzwasserkanal eines Trennsystems wurden im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen bereits vor Beginn des Untersuchungsprogrammes vereinzelt Signalnebeluntersuchungen vorgenommen. Im Ergebnis konnte eine Vielzahl von fehlangeschlossenen Dachflächen identifiziert werden. Da noch keine Abkoppelung dieser Flächen vorgenommen wurde, fließen die Erkenntnisse über die Fehlanschlüsse in das Untersuchungsvorhaben mit ein.

Mobi-DiR-Messung

Ergänzend zu den durchgeführten Handmesskampagnen wurden im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen mobile Durchflussmesseinrichtungen (Mobi-DiR-Messungen) über kurze Zeiträume installiert. Ziel war die Erfassung von Regenereignissen, um Aussagen über Abhängigkeiten des Fremdwasserabflusses vom Niederschlag treffen zu können. Die beiden Mobi-DiR-Messgeräte wurden in der Kirchstraße und kurz vor der Kläranlage eingesetzt. Die Laufzeiten sind in Tabelle 70 zusammengestellt.

Tabelle 70: Laufzeiten der Mobi-DiR-Messungen

Einzugsgebiet	Mobi-DiR-Messungen	Laufzeit
KA Holthausen	Kirchstraße an der Handmessstelle H_02	25. - 29.05.2007
KA Holthausen	Bauernhof an der Handmessstelle H_06	13. - 19.06.2007

4.6.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

4.6.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen erstreckte sich vom 30.01.2007 bis 04.07.2007. Um eine Vergleichbarkeit auch mit anderen Einzugsgebieten im Stadtgebiet von Schmallenberg zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die aufgezeichneten Messgrößen Wasserstand h und Fließgeschwindigkeit v wurden in einen Durchfluss Q umgerechnet, verifiziert und auf Plausibilität geprüft. Die ursprünglichen 2-min. Daten wurden mit Hilfe der Datenbank Access um Unplausibilitäten bereinigt (z. B. Löschen von Nullwerten und Elimination von Daten, die auf außergewöhnliche Ereignisse, wie Schieberschließungen aufgrund von Handmessungen und Kamerabefahrung, zurückzuführen waren) und auf Stundenmittelwerte verdichtet. Es wurden die Messtage eliminiert, die während Entlastungsereignissen von oberhalb der Messstelle liegenden Niederschlagswasserbehandlungsanlagen aufgezeichnet wurden. Abschließend wurden die bereinigten Daten in ein Excel-Arbeitsblatt importiert, um mit Hilfe verschiedener Auswertemethoden (s. Kapitel 2.2.2) das Fremdwasser in den Teilgebieten bestimmen zu können.

Der Fremdwasseranfall im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen wurde mit der Nachtminimum-Methode ermittelt. Für jede Messstelle befindet sich im Anhang B ein Auswerteblatt mit den unterschiedlichen Auswertemethoden und jeweiligen Ergebnissen.

In Tabelle 71 werden der direkte Fremdwasseranfall an jeder Messstelle und der prozentuale Fremdwasseranfall bezogen auf den Fremdwasserabfluss der Kläranlage angegeben. Weiterhin wird bei reinen Trennsystemen an der jeweiligen Messstelle ergänzend die fehlangeschlossene Fläche bzw. der Fehlanschlussgrad als Quotient aus der fehlangeschlossenen Fläche zur befestigten Fläche im Direkteinzugsgebiet in Prozent ausgewiesen.

Tabelle 71: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässe-rungs-verfahren	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Gesamt-fremd-wasser [%]	A_f [m^2]	FAG = $A_f/A_{E,b}$ [%]
Mst_23	Abfluss KA Holthausen	TS	2,7	100	12.035	11,2
Summe (KA Holthausen)			**2,7**	**100**	**12.035**	**11,2**

Eine Fremdwasserauswertung der Mobi-DiR-Messungen ist aufgrund der nur sehr kurzen Messzeiträume, der gegenseitigen zeitversetzten Messzeiträume und eines gleichzeitigen Ausfalls der Durchflussmessung Mst_23 auf der Kläranlage leider nicht möglich. Jedoch eignen sich die bei überwiegend nassem Wetter durchgeführten Aufzeichnungen zu einer Prognose der vermutlich fehlangeschlossenen Flächen.

Die absolut ermittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur mittelbar etwas über die Fremdwasserverteilung in den einzelnen Gebieten aus. Eine Bewertung der Fremdwassermengen erfolgt aussagekräftiger durch den Bezug der Wassermenge auf den Schmutzwasserabfluss, die Kanalnetzlänge oder die befestigte Fläche.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 108 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasser auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet und die Flächenspende der Teilgebiete.

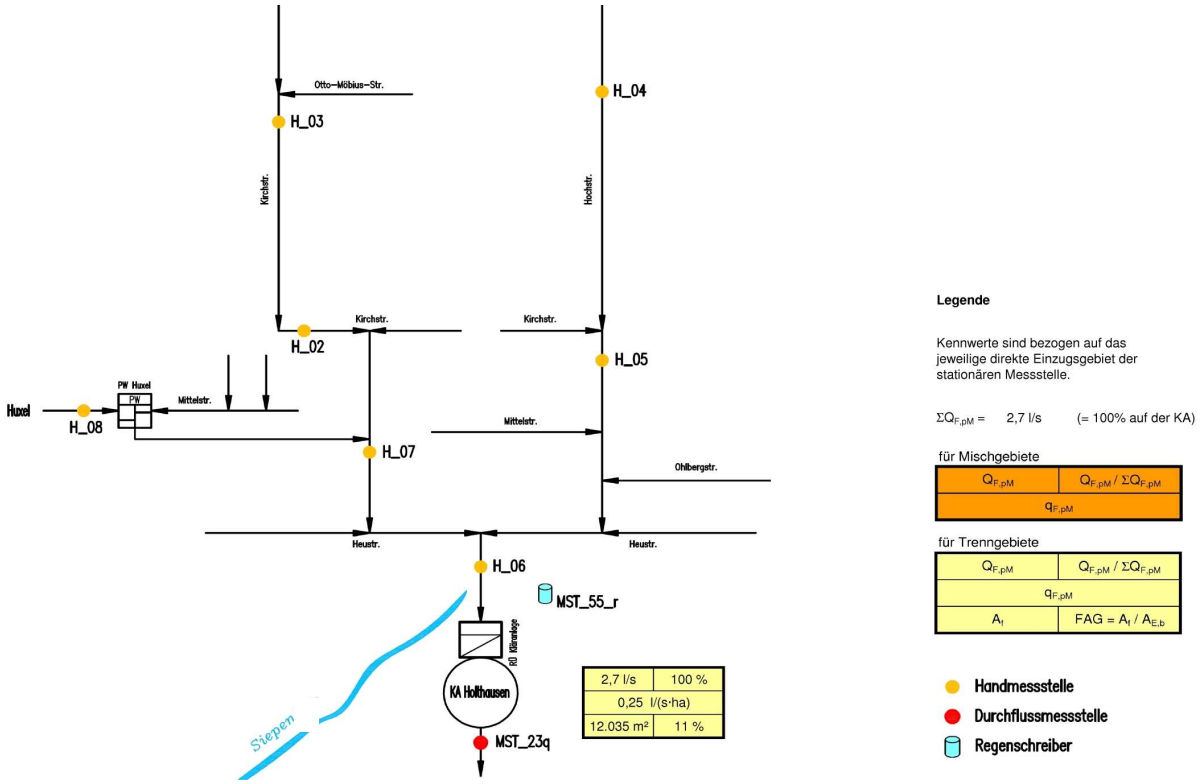


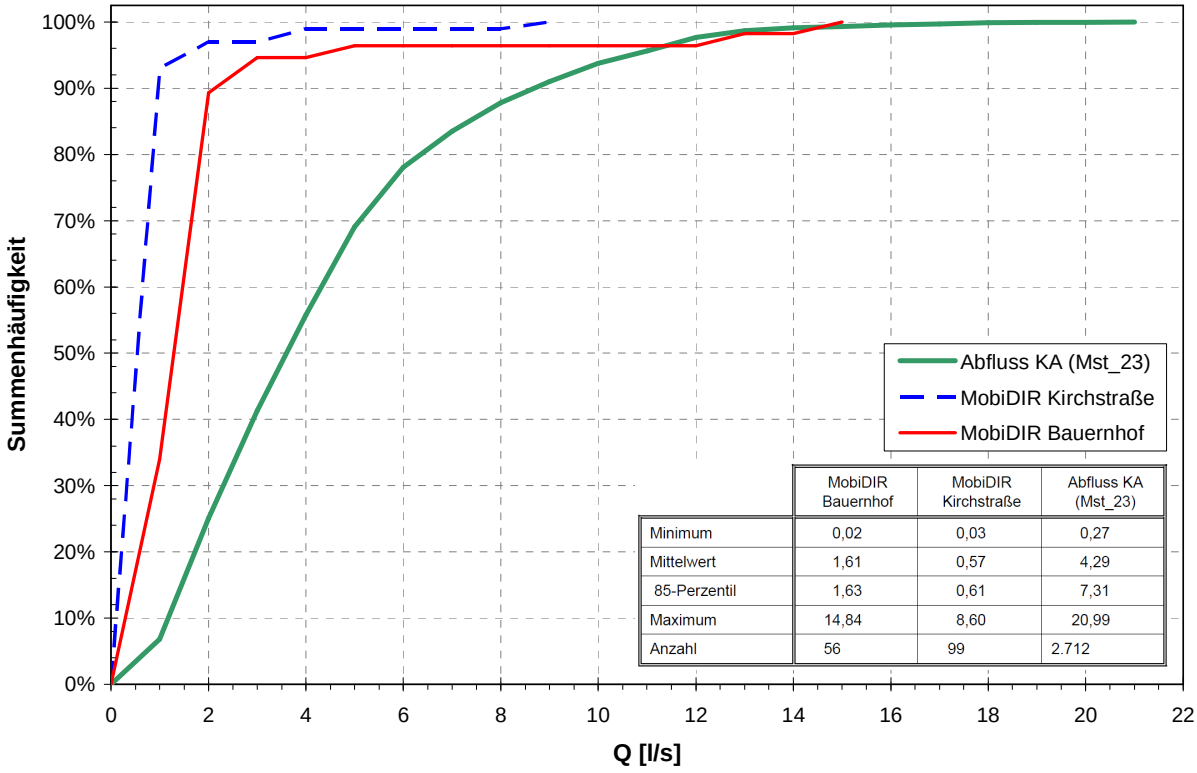
Bild 108: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen

4.6.2.2.2 Ergänzende Auswertung in trennentwässerten Einzugsgebieten

Der Ortsteil Holthausen entwässert zu 95 % im Trennsystem, die Heustraße im Mischverfahren. Die Stadt Schmallenberg beabsichtigt, den Ortsteil Holthausen künftig gesamt im Trennsystem zu entwässern. Vor diesem Hintergrund wird Holthausen wie ein reines Trennsystem behandelt und die Auswertung der vor der Kläranlage gelegenen Messstelle Mst_23 für ein Trennsystem vorgenommen.

Im Messzeitraum wurden ebenfalls zwei mobile Durchflussmesseinrichtungen (Mobi-DiR) im Schmutzwasserkanal eingebaut. An der Handmessstelle H_02 erfasste die Messstelle Mobi-DiR_Kirchstraße den Abfluss der trennentwässerten Kirchstraße im Schmutzwasserkanal, an der Handmessstelle H_06 erfasste die Messstelle Mobi-DiR_Bauernhof den gesamten Abfluss von Holthausen kurz vor der Kläranlage.

In Bild 109 sind die Summenhäufigkeiten der Abflüsse an allen drei Messstellen Mst_23, Mobi-DiR_Kirchstraße und Mobi-DiR_Bauernhof in Holthausen gegenübergestellt.



	MobiDIR Bauernhof	MobiDIR Kirchstraße	Abfluss KA (Mst_23)
Minimum	0,02	0,03	0,27
Mittelwert	1,61	0,57	4,29
85-Perzentil	1,63	0,61	7,31
Maximum	14,84	8,60	20,99
Anzahl	56	99	2.712

Bild 109: Summenhäufigkeitsverteilung der Abflüsse im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen

Die Summenhäufigkeitsverteilung zeigt an der Kläranlage Spitzenabflüsse von bis zu 21 l/s bei einem 85-Perzentil von 7,3 l/s. Bei den Mobi-DiR-Messungen, die während Regenereignissen erfolgt sind, lagen die Spitzenabflüsse bei knapp 14,8 l/s am Bauernhof bzw. 8,6 l/s an der Kirchstraße. Weitere Aussagen sollten aus den Mobi-DiR-Messungen nicht getroffen werden, da diese nur über einen sehr kurzen regnerischen Zeitraum bei gleichzeitigem Ausfall der Messstelle Mst_23 erfolgt sind.

In Bild 110 wurde aus den Niederschlagsdaten und dem niederschlagsbedingten Fremdwasserabfluss (ohne jegliches grundwasserbedingtes Fremdwasser, Schmutzwasser und ohne Nachlaufereignisse) eine Regressionsgerade erzeugt. Aus der Steigung lässt sich die befestigte Fläche errechnen.

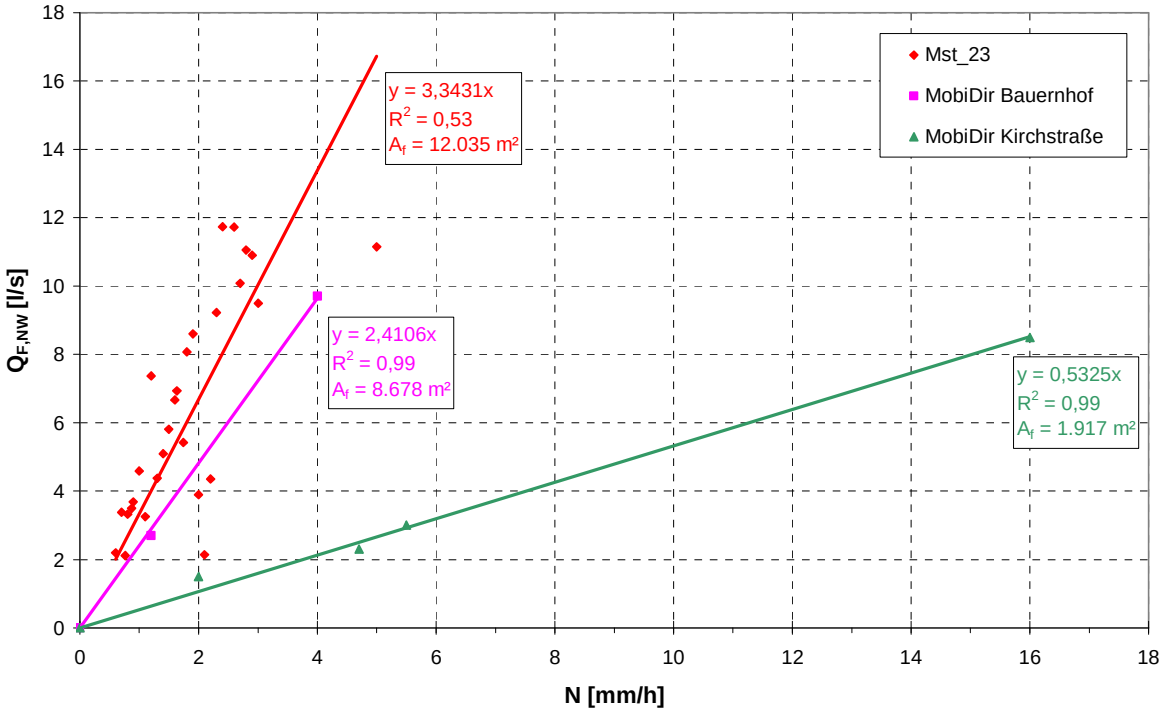


Bild 110: Ermittlung der fehlangeschlossenen Fläche in Schmallenberg-Holthausen

Für das gesamte Einzugsgebiet ergibt sich eine fehlangeschlossene Fläche von 12.035 m² (einschließlich der mischentwässerten Heustraße mit einer kanalisierten Fläche von ca. 2,67 ha). Die Mobi-DiR-Messstelle an der Kirchstraße lieferte 1.917 m² und die Messstelle Mobi-DiR_Bauernhof 8.678 m².

Betrachtet man die Regressionsgeraden von Mst_23 und Mobi-DiR_Bauernhof, so liegen diese mit einer gewissen statistischen Unsicherheit relativ nah beieinander. Aus der Differenz der fehlangeschlossenen Flächen ergeben sich etwa 6.761 bis 10.118 m² fehlangeschlossene Flächen im Trennsystem, die sich über das restliche Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen verteilen.

4.6.2.2.3 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden Handmessungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Für eine Aussage, in welchem Verhältnis der gemessene Wert zum ermittelten Fremdwasser (Mittelwert) im Teileinzugsgebiet steht, ist es notwendig, auch im Schacht der stationären Messstelle eine Handmessung durchzuführen.

Insgesamt wurden an knapp acht Punkten Handmessungen durchgeführt, die zur Absicherung der Daten teilweise auch mehrfach wiederholt wurden. Hauptschwerpunkte bildeten die Bereiche, die aufgrund der stationären Durchflussmessung Auffälligkeiten zeigten.

Die Ergebnisse der Handmesskampagnen sind als absolute Ergebnisse nicht ohne Weiteres mit denen der stationären Durchflussmengenmessstellen vergleichbar. Dies ist u. a. mit den unterschiedlichen Messgeräten und deren unterschiedlichen Kalibrierungen begründbar. Weiterhin erfassen Handmesskampagnen, sofern sie bei Trockenwetter durchgeführt wurden, den Trockenwetterabfluss an wechselnden Nachlauftagen und Tageszeiten. Hierdurch unterscheiden sich die Handmessungen in dem Anteil des erfassten Schmutzwasserabflusses und des Fremdwassernachlaufes. In erster Linie lassen sich mit den durch Handmessungen erfassten Abflüssen zwar Abflusszuwächse aufspüren, die auf Fremdwasserquellen schließen lassen, andererseits ist eine Aussage zu absoluten Mengen ohne Weiteres nicht möglich. Insbesondere bei der späteren Festlegung von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung bei lokal aufgefundenen Fremdwasserquellen sind absolute Angaben sehr hilfreich.

Nachfolgend werden die Ergebnisse und Schäden der lokalisierten Fremdwasserquellen beschrieben, die während der Handmesskampagnen ermittelt wurden. Abschließend erfolgt eine Zusammenstellung der aufgefundenen Schäden, gemessenen Fremdwassermengen und des Reduktionspotenziales.

In Tabelle 72 sind die errechneten Fremdwasseranteile auf Basis der in Kapitel 2 beschriebenen Methode für alle durchgeführten Handmessungen als absolute Werte und als prozentualer Anteil bezogen auf die Gesamtfremdwassermenge aufgeführt. Aus der Zusammenstellung können auch die reduzierbare Fremdwassermenge und das Reduzierungspotenzial entnommen werden. Die reduzierte Fremdwassermenge wurde anhand der Vor-Ort-Untersuchungen unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit der Maßnahmen, der Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt und der Nachhaltigkeit der Sanierungsmaßnahmen abgeschätzt.

Von den in der Messkampagne gemessenen 2,7 l/s können bei erfolgreicher Sanierung rd. 1,3 l/s Fremdwasser reduziert werden. Es verbleiben zunächst rd. 49 % Fremdwasser im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen.

Tabelle 72: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen

HMst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
		$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ *) [%]
H_03	Kirchstraße 17	0,1	4,2	0,1	4,2
H_02	Kirchstraße Kindergarten	0,4	15,1	0,4	15,1
H_08	Pumpwerk Huxel (Zufluss aus Huxel)	0,1	5,5	-	-
H_07	Kirchstr. Kreuzung Mittelstraße	0,2	6,2	-	-
H_04	Hochstraße 30	0,0	1,1	-	-
H_05	Hochstraße 1	0,8	28,3	0,3	11,3
H_06	Bauernhof Bürgermeister	0,1	5,0	0,1	5,0
Mst_23	KA Holthausen Loggerauslesung	0,9	34,7	0,4	13,9
Summe		**2,7**	**100**	**1,3**	**49,4**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall auf der KA Schmallenberg-Holthausen von 2,7 l/s

Aus Signalnebeluntersuchungen der Stadt Schmallenberg waren vereinzelt Grundstücke bekannt, die derzeit noch ihr Regenwasser in den Schmutzwasserkanal einleiten. Diese Flächen sind in Tabelle 73 zusammengefasst und in Bild 111 mit anderen Schäden dargestellt. Darüber hinaus ist geplant, die Heustraße künftig im Trennsystem zu entwässern.

Tabelle 73: Identifizierte an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossene Flächen

TEZG	Straße	Haus-Nr.	Anzahl Fehlanschlüsse
Mst_23 Holthausen	Hochstraße	41, 45	2
	Kirchstraße	2, 8a, 12, 14, 16, 16a, 17, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 38, 40	16
	Mittelstraße	3, 8	2
	Schützenstraße	2	1
	Zur Schiefergrube	2	1
	Heustraße	gesamt	ca. 20 Grundstücke

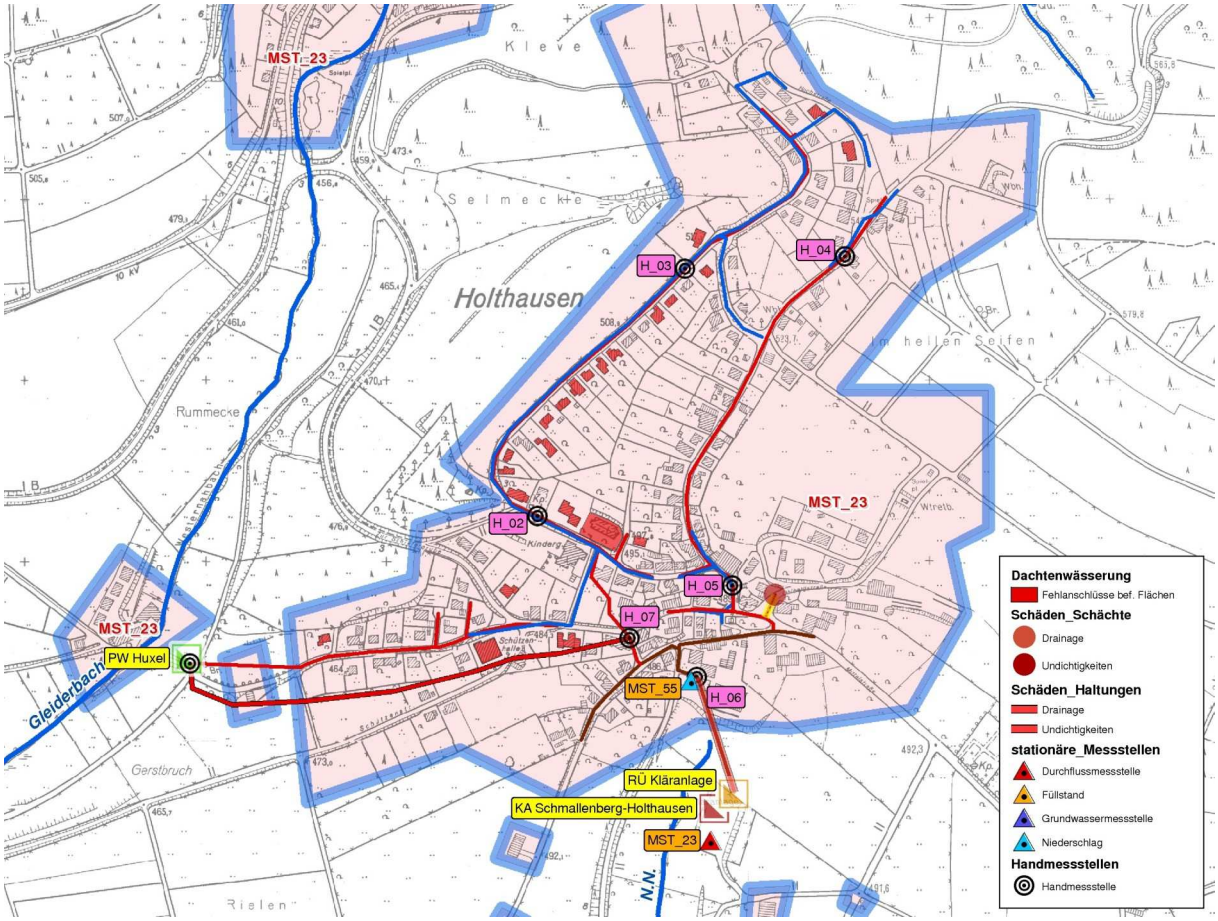


Bild 111: Übersicht der im Trennsystem fehlangeschlossenen Flächen im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen

Darüber hinaus sind noch im Bereich der Kirchstraße Undichtigkeiten zu vermuten. Hier zeigt die Auswertung der Handmesskampagnen einen Fremdwasserzuwachs von 0,8 l/s, entsprechend 28 % bezogen auf den gesamten Fremdwasseranfall. Zudem ließ sich in den Handmesskampagnen ein Abflusszuwachs von 35 % (entsprechend 0,9 l/s) zwischen Messstelle H_06 bis zur Kläranlage nachweisen. Diese beiden Bereiche wurden im Rahmen des Messprogrammes nicht im Detail untersucht.

Des Weiteren wurde in Holthausen in der Ohlbergstraße im Schacht-Nr. 300 eine Undichtigkeit festgestellt. Diese ist in Bild 112 dargestellt. Eine genaue Zuordnung der reduzierbaren Fremdwassermenge ist hier nicht möglich.



Bild 112: Undichte Schachtanbindung im Bereich der Ohlbergstraße (Eckschacht)

4.6.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die bisherigen Fremdwasserangaben repräsentieren lediglich den Messzeitraum der ersten Jahreshälfte 2007. Die bisher gesammelten Erfahrungen zeigen, dass der Jahresbeginn in der Regel einen höheren Fremdwasserabfluss aufweist als der Rest des Jahres. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den Jahren der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der letzten Jahre (2000 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 74 dokumentiert.

Tabelle 74: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Schmallenberg-Holthausen

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis Jan - Juni zum Jahresmittel
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	
2000	0,4	1,1	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	0,5	0,4 l/s	0,3 l/s	1,42
2001	1,2	1,3	1,6	1,1	0,5	0,3	0,3	0,1	0,9	0,7	1,0	1,3	1,0 l/s	0,9 l/s	1,16
2002	1,1	1,7	1,1	0,6	0,6	0,5	0,7	0,9	0,7	1,3	1,6	0,8	0,9 l/s	1,0 l/s	0,97
2003	1,6	1,4	1,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,8	0,9	0,8	0,8 l/s	0,7 l/s	1,20
2004	1,6	1,6	1,3	1,1	0,6	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,2	1,1 l/s	1,0 l/s	1,05
2005	2,1	1,9	1,6	1,4	1,2	0,6	0,6	0,9	0,6	0,6	1,0	1,6	1,5 l/s	1,2 l/s	1,26
2006	1,4	1,5	1,9	1,6	1,0	1,0	0,4	0,8	0,8	0,7	1,4	2,2	1,4 l/s	1,2 l/s	1,14
2007	**3,5**	**3,0**	**2,6**	**0,7**	**0,6**	**1,3**	**1,4**	**1,4**	**1,4**	**1,3**	**2,1**	**2,0**	**1,9 l/s**	**1,8 l/s**	**Messjahr 1,10**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,16

Dieser Quotient dient zur Einordnung des 1. Halbjahres zum Gesamtjahr. Im Mittel liegt der langjährige Faktor Halb- zu Ganzjahr bei 1,16 und zeigt, dass im 1. Halbjahr geringfügig höhere Infiltrationen im Kanalnetz gemessen wurden. Die nachträgliche Auswertung für das Jahr 2007 ergab einen Faktor von 1,10 und liegt damit bei einer Abweichung von nur -5,4 % in der Größenordnung des langjährigen Mittels.

Mit Hilfe des für das Jahr 2007 ermittelten Faktors 1,10 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert.

Die Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet bleibt dabei unverändert, wohingegen die absolute Fremdwassermenge in den einzelnen Teilgebieten größer wird. Zur besseren Darstellung folgt in Bild 113 das bereits bekannte Fließschema mit den umgerechneten Jahresmittelwerten in den einzelnen Teilgebieten.

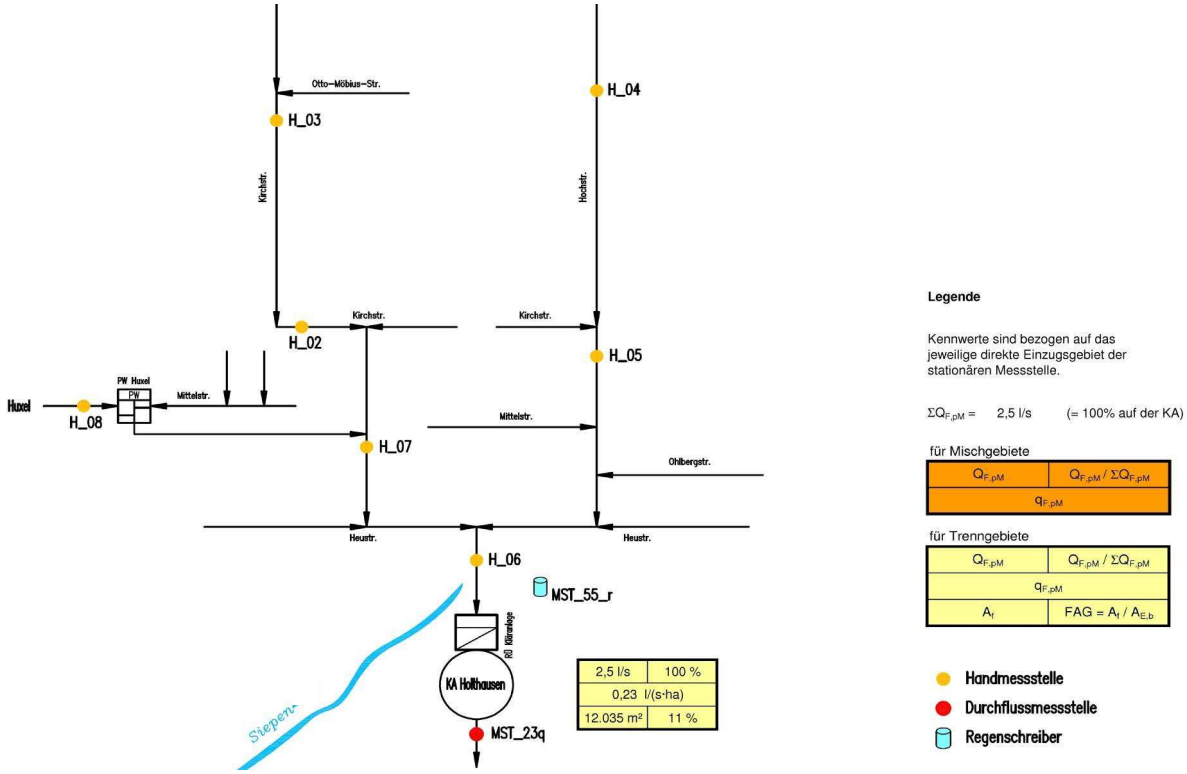


Bild 113: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Schmallenberg-Holthausen (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007)

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist. Dazu zeigt Tabelle 75 eine Übersicht, in der neben dem gemessenen Halbjahreswert auch der umgerechnete Jahreswert, die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Tabelle 75: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen

Bezeichnung	Messzeitraum Jan - Juni 2007	2007	reduzierbares Fremdwasser (bezogen auf die KA Schmallenberg-Holthausen)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
Holthausen (Mst_23)	2,7	2,5	1,2	49

Insgesamt lassen sich durch die nachfolgend detaillierten Sanierungsmaßnahmen im Jahresmittel ca. 1,2 l/s, entsprechend 49 % des Fremdwassers auf der Kläranlage reduzieren.

4.6.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

4.6.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser und Schätzung von Einzelkosten

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation sollten die lokalisierten Fremdwasserquellen im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen möglichst zeitnah beseitigt werden. In Zusammenarbeit mit der Stadt Schmallenberg wurden für die identifizierten Schäden Sanierungsmöglichkeiten und Kosten ermittelt.

Auf privatem Grund sind im Bereich der Kirchstraße, Hochstraße, Zur Schiefergrube, Schützenstraße und Mittelstraße insgesamt etwa 22 festgestellte Fehlanschlüsse von den Grundstückseigentümern abzukoppeln. Nach Angaben der Stadt Schmallenberg sind die Kosten mit 30.000 € veranschlagt.

Der zu erneuernde Schachtanschluss in der Ohlbergstraße ist im Detail noch genauer zu untersuchen, die Kostenschätzung beläuft sich auf ca. 2.000 €.

Die Heustraße wird derzeit noch im Mischsystem entwässert. Es ist jedoch geplant, diesen Bereich in Zukunft ebenfalls im Trennsystem zu entwässern. Hierzu werden Regen- und Schmutzwasser auf den Grundstücken entkoppelt und ein neuer Regenwasserkanal in der Straße verlegt. Der existierende Mischwasserkanal wird künftig als Schmutzwassersammler genutzt. Die Kosten für den Bau eines neuen Regenwasserkanals werden von der Stadt Schmallenberg mit 45.000 € angesetzt. Die Kosten für die Entkoppelung der Entwässerungssysteme sind von den Grundstückseigentümern zu tragen.

Abschließend folgt in Tabelle 76 eine Übersicht aller geplanten Gesamtkosten. Die Kosten für die Maßnahmen wurden abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

Tabelle 76: Zusammenfassung der Sanierungskosten in Schmallenberg-Holthausen

Teileinzugsgebiet	Sanierungskosten [€] brutto
Holthausen	
- *Fehlanschlüsse (privat)*	30.000
- *Sanierung der Schachtundichtigkeiten*	2.000
- *Umrüstung des bestehenden Mischsystems in ein Trennsystem im Bereich der Heustraße*	45.000
Summe	**77.000**

4.6.3.2 Alternative Maßnahmenkonzepte

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen dominiert das Trennsystem, lediglich die Heustraße kurz vor der Kläranlage entwässert im Mischverfahren. In Gesprächen mit der Stadt Schmallenberg wurde eine Umrüstung des bestehenden Mischverfahrens in eine Trennentwässerung diskutiert. Dies ist langfristig nach einer Entkoppelung der Schmutz- und Regenwasserleitungen auf den Privatgrundstücken denkbar und auch gemeinsames Ziel.

Im Anschluss an die Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung und einer Abkoppelung der befestigten Flächen vom Kanalnetz im Bereich der Heustraße sollte auch die Entlastung vor der Kläranlage nicht mehr anspringen.

Je nach Umgestaltung des Entwässerungssystems im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen werden Überlegungen zur Optimierung der stofflichen und hydraulischen Leistungsfähigkeit der Kläranlage bzw. detaillierte modelltechnische Betrachtungen zu den möglichen alternativen Maßnahmenkonzepten im Rahmen der durchzuführenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) vorgenommen.

4.6.4 Bewertung

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetz- und Kläranlagenemissionen sowie auf die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Fremdwasserschwerpunkte beurteilt.

Für das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen wurde nur ein Fremdwasserschwerpunktgebiet aufgestellt. Es ist keine weitere Unterteilung vorgenommen worden, da einerseits das Einzugsgebiet klein ist und darauf aufbauend auch nur eine stationäre Durchflussmessstelle angeordnet wurde. Lediglich das Einzugsgebiet des Ortsteiles Huxel wurde ausgenommen, da es als fremdwasserfrei eingestuft wurde.

Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Somit ergibt sich eine Bewertungsmatrix, die im Anhang C dokumentiert ist. Insgesamt können für das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen 347 Punkte in der Nutzwert-

analyse erreicht werden. In Tabelle 77 und Bild 114 sind die Ergebnisse der Nutzwertermittlung tabellarisch bzw. grafisch zusammengestellt.

Tabelle 77: Nutzwert des EZG der KA Schmallenberg-Holthausen

Rang	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
		Abwasserabgabenrelevanz	Fremdwasserreduzierung	Kanalnetzemissionen	Kläranlagenemissionen	Immissionssituation	**Summe**
1	Holthausen (ohne Huxel)	150	43	108	30	16	**347**

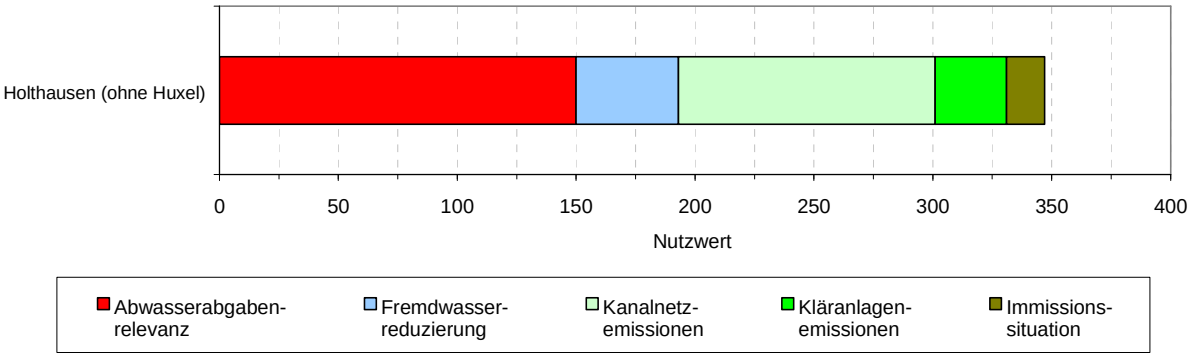


Bild 114: Zusammenstellung der Nutzwerte

Bei einer Fremdwasserreduzierung um 49 % verringert sich die Jahresschmutzwassermenge anteilig um knapp 36 %, sodass eine signifikante Einsparung bei der zu zahlenden Abwasserabgabe zu erwarten ist. Daher wird dieses Kriterium im Nutzen mit 150 Punkten bewertet und stellt im Vergleich zum gesamten Nutzwert von 347 Punkten einen wesentlichen Anteil dar.

Neben den fehlangeschlossenen Flächen, die überwiegend für die Abflussspitzen verantwortlich sind, zeigt die Kläranlage überwiegend in den Winter- und Frühjahrsmonaten einen vergleichsweise hohen Anteil an grundwasserbedingtem Fremdwasser über Undichtigkeiten oder Dränagen. Bei einer entsprechenden Sanierung ist ein Grundwasseranstieg in Senken und Gewässernähe nicht auszuschließen.

Abkoppelungsmaßnahmen von befestigten, privat genutzten fehlangeschlossenen Flächen können als sehr nachhaltig eingestuft werden. Ebenso der Umbau eines Mischsystems in ein

Trennsystem. Eine Sanierung von Undichtigkeiten im Kanalnetz lässt sich jedoch hinsichtlich der Nachhaltigkeit nicht abschließend bewerten, sodass ganzheitlich die Nachhaltigkeit nur mit „mäßig“ bewertet wurde.

Da das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Holthausen durchgängig als Trennsystem gerechnet und bewertet wurde, fallen Bewertungskriterien für Mischsysteme nicht ins Gewicht. Es kann angenommen werden, dass hydraulische Überlastungen des Schmutzwasserkanalnetzes und Entlastungen aus dem Abschlag kurz vor der Kläranlage reduziert werden können.

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers eine geringfügige Verbesserung der Reinigungsleistung erzielt werden. Basis war hierbei eine Eliminationsleistung der KA Holthausen im Jahr 2007 von 83 % beim Parameter CSB und 49 % beim Gesamtphosphor. Aufgrund eines zu geringen Datenkollektivs können beim Parameter Gesamtstickstoff keine Angaben gemacht werden. Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen der Bewertung auf das Datenkollektiv des Jahres 2006 zurückgegriffen. Bedingt durch die nur geringen Fremdwassermengen im System verbessert sich die Reinigungsleistung der Kläranlage nur geringfügig um wenige Prozentpunkte.

Eine Beurteilung der Immissionssituation wird für die Lenne im Bereich der Einleitung des Gleierbaches vorgenommen. Die Schmalenau und der kleine Siepen, in den die KA Schmallenberg-Holthausen einleitet, wurden in ihrer Gewässergüte nicht bewertet. Die Lenne zeigt eine Gewässergüteklasse von II mit Tendenzen zu I-II. Werden die Emissionen aus dem Kanalnetz Holthausen insbesondere durch eine Umgestaltung in ein Trennsystem reduziert, so kann davon ausgegangen werden, dass sich diese Tendenzen verstärken. Insofern wurde infolge einer Fremdwasserreduzierung eine Verbesserung der Gewässergüteklasse um eine halbe Stufe angesetzt.

Das Selbstreinigungsvermögen des Siepens und der Schmalenau wird als hoch eingeschätzt, sodass der Nutzen einer Fremdwasserreduzierung für eine Verbesserung der Immissionssituation nur als gering bewertet wird.

Werden der Nutzwert (347) und die Sanierungskosten (77.000 € brutto) ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich das in Tabelle 78 dargestellte Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 4,51.

Tabelle 78: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse in Holthausen

Rang	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Schmallenberg-Holthausen (ohne Huxel)	347	77.000 €	**4,51**

Zusammenfassend sind in Bild 115 die in der Nutzwertanalyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in rot dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden. Das Teileinzugsgebiet Huxel ist unverhältnismäßig gering fremdwasserbelastet und wird daher nicht rot dargestellt.

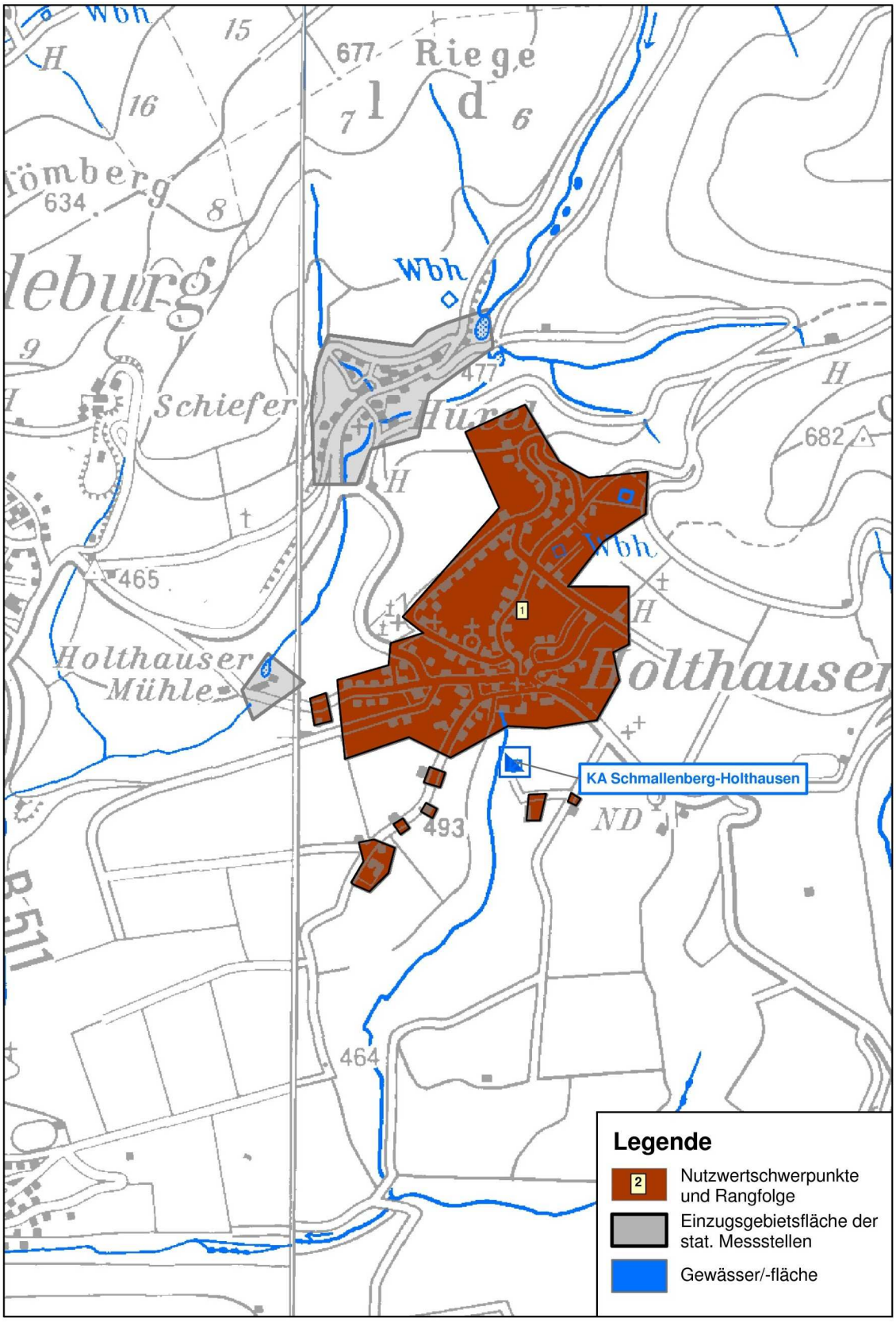


Bild 115: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

4.7 KA Schmallenberg-Nordenau

4.7.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

4.7.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau liegt auf einem Bergsattel zwischen 600 - 800 m ü.NN [45], oberhalb des Nesselbachtals und rd. 2 km nördlich von Westfeld. Der Kläranlage fließen die Abwässer aus Nordenau und aus dem angrenzenden nördlichen Ortsteil Nesselbach zu. Das Einzugsgebiet zeigt ländlichen Charakter mit reinen Wohngebieten. In Bild 116 ist die Lage des Einzugsgebietes der Kläranlage auf Basis einer Topografischen Karte TK 25 dargestellt.

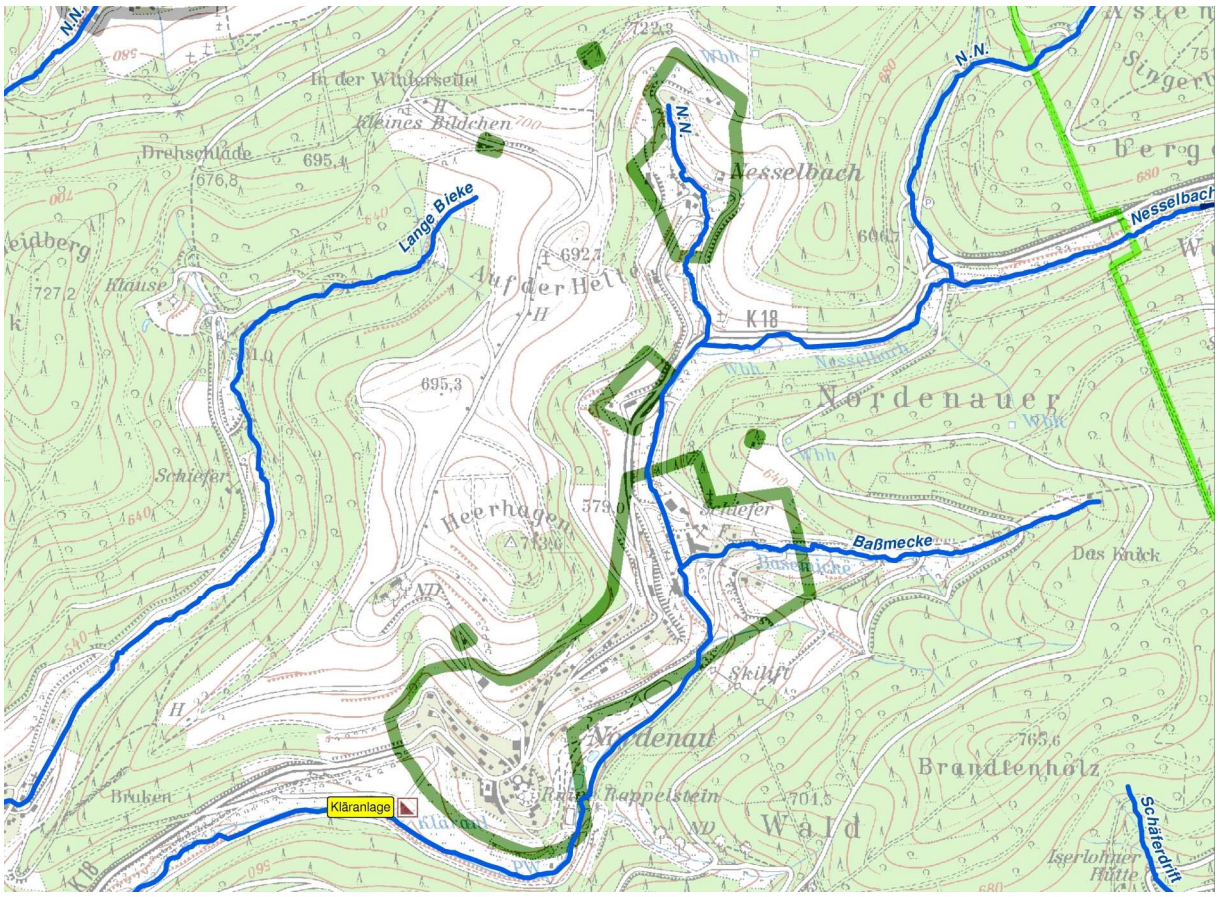


Bild 116: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau

4.7.1.2 Siedlungsentwässerung

4.7.1.2.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das kanalisierte Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau weist eine Größe von insgesamt 65 ha aus. Die befestigte Fläche beträgt 10 ha und entspricht einem mittleren Befestigungsgrad von rd. 15 %. Der Mischwasserzufluss zur Kläranlage beträgt Q_M = 28 l/s. Die Entwässerung erfolgt zu 82 % im Misch- und 18 % im Trennverfahren. Der nördliche Ortsteil Nesselbach ist vollständig trennentwässert.

Der einwohnerspezifische Trinkwasserverbrauch wird im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau mit 105 l/(E · d) im Jahr 2007 angesetzt. Es sind 250 Einwohner angeschlossen. Industriebetriebe sind nicht ansässig, sodass kein betrieblicher Schmutzwasserabfluss angesetzt wird. Anhand der Grundlagendaten errechnet sich somit ein Schmutzwasserzufluss von 0,3 l/s.

Die mittlere jährliche Jahresniederschlagshöhe (2000 - 2006) im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau beträgt 1.155 mm/a. Diese Niederschlagshöhe ist charakteristisch für den Randbereich der Mittelgebirgsregion Sauerland und liegt damit durchschnittlich etwa 10 % über dem Mittel der betrachteten DWD-Stationen im Stadtgebiet von Schmallenberg in Höhe von 1.054 mm/a.

Das Kanalnetz verfügt über zwei Regenüberläufe, die vor der Kläranlage angeordnet sind.

Zur Erhebung der Abwassergebühr wird der Frischwasserverbrauchsmaßstab angewandt. Die Stadt Schmallenberg arbeitet zz. an der Umsetzung des gesplitteten Gebührenmaßstabes.

4.7.1.2.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der Kläranlage vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der Kläranlage für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet.

In Bild 117 sind die Ergebnisse der Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse nach verschiedenen Auswertemethoden zusammen mit den jährlichen Niederschlägen über die Jahre 2000 bis 2006 dargestellt.

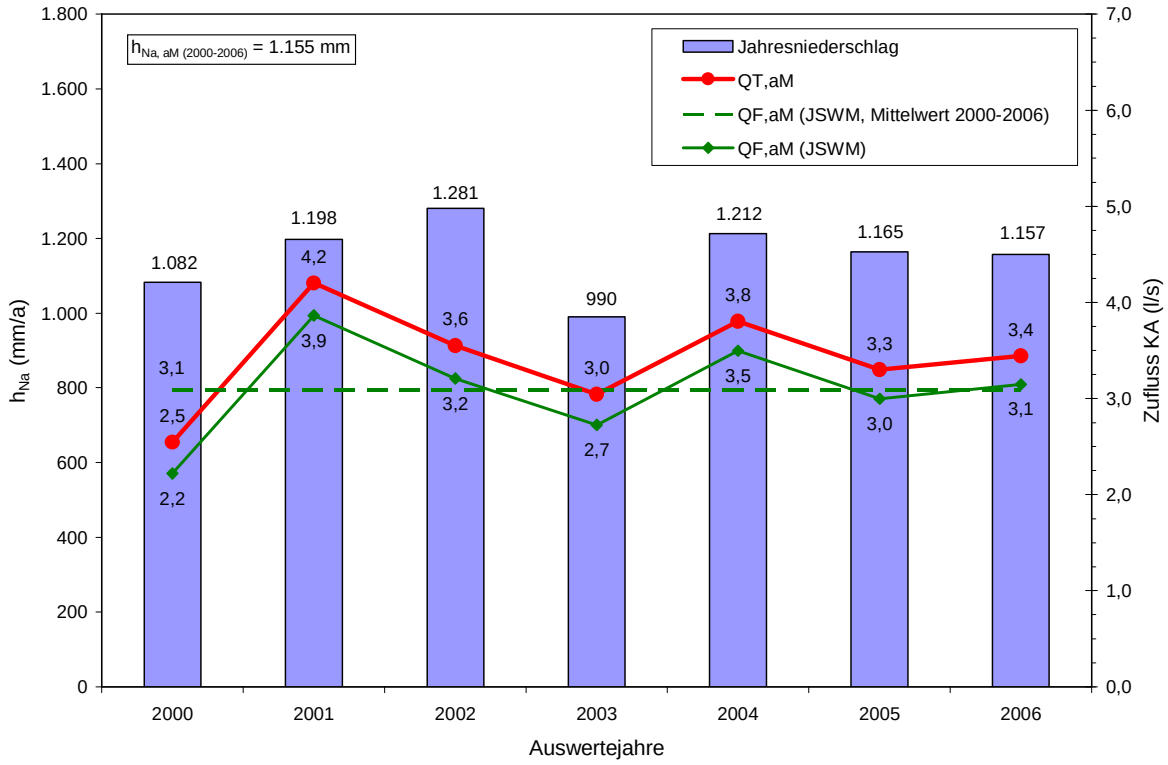


Bild 117: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg-Nordenau mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006

Es ist erkennbar, dass der Gesamtabfluss in regenreichen Jahren ebenso ansteigt wie der darin enthaltene Fremdwasserabfluss. Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 2,5 und 4,2 l/s. Der mittlere jährliche Fremdwasserzufluss zur Kläranlage nach Jahresschmutzwassermethode variiert zwischen 2,2 l/s und 3,9 l/s und liegt im Mittel bei 3,1 l/s. Auffällig ist, dass der Schmutzwasserabfluss nur einen geringen Anteil am Gesamtzufluss zur Kläranlage ausmacht.

Die jahreszeitliche Variabilität des Fremdwasseraufkommens wird in Bild 118 und Bild 119 deutlich. Exemplarisch ist das Fremdwasseraufkommen eines nassen (2002) und eines trockenen (2003) Jahres für das gleitende 21-d Minimum dargestellt.

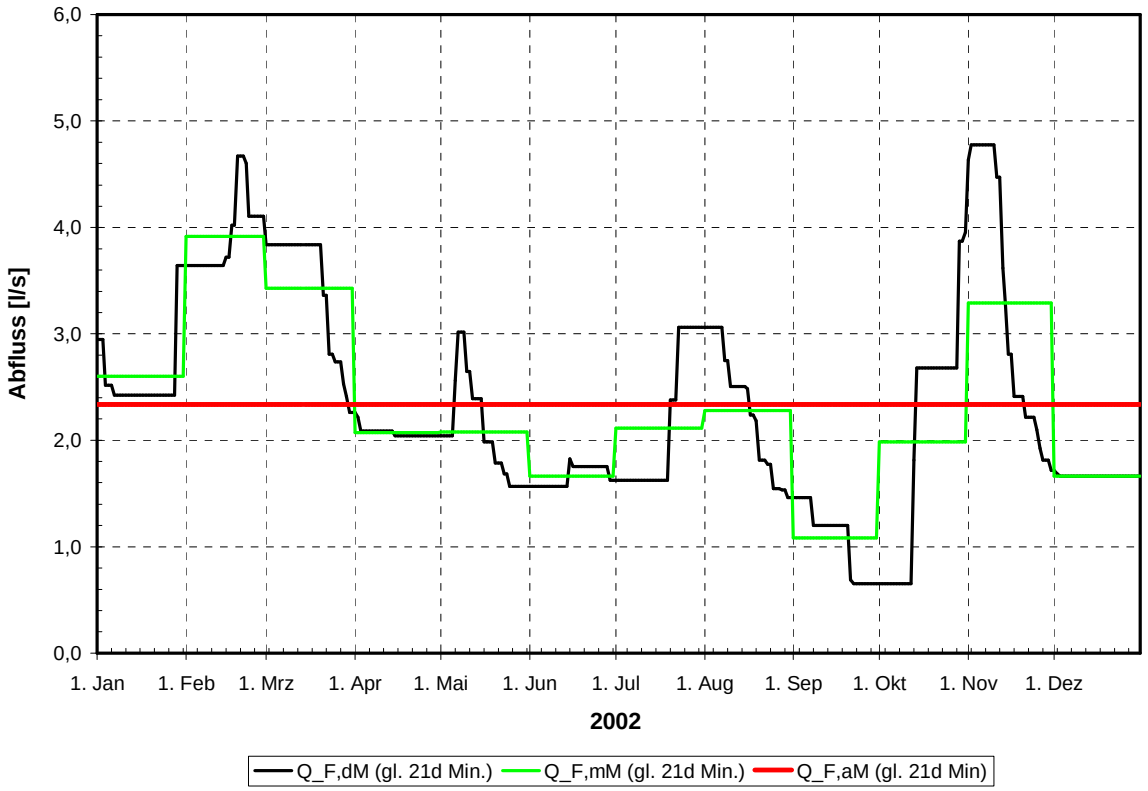


Bild 118: **Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Nordenau in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.354 mm (Regenschreiber Holthausen)**

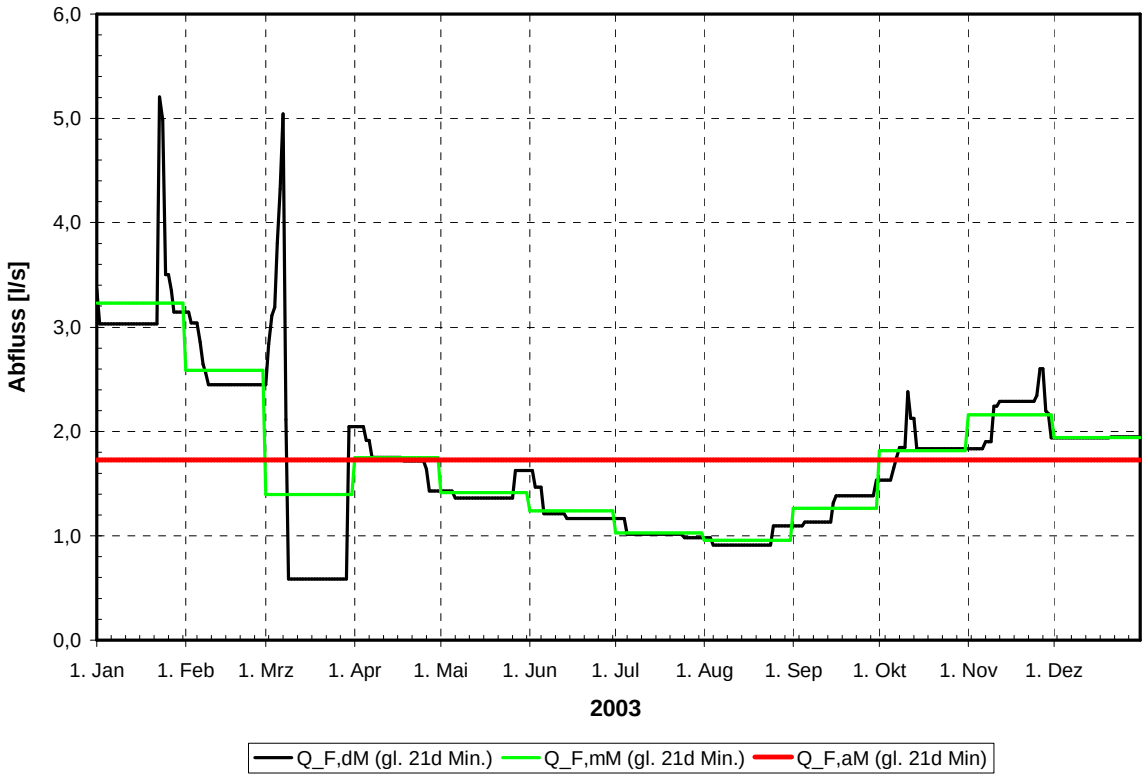


Bild 119: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Nordenau in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1.029 mm (Regenschreiber Holthausen)

Im Vergleich zum mehrjährigen Mittelwert (2000 - 2006) für Fremdwasser nach der Jahresschmutzwassermethode von 3,1 l/s liegt das nasse Jahr 2002 mit 3,2 l/s leicht darüber und das trockene Jahr mit 2,7 l/s im Jahresmittel knapp darunter. Deutlicher sind die Unterschiede in den monatlichen Mittelwerten des gleitenden 21-d Minimums erkennbar. Das trockene Jahr 2003 zeigt einen ausgeprägten fremdwasserschwachen Sommer.

Die Ursache für die jahreszeitliche Variabilität ist auf die hydrologischen Randbedingungen zurückzuführen. Durch die geringere Verdunstung im Winterhalbjahr führen die Niederschläge zu einer direkten Anreicherung des Bodenwasserhaushaltes und damit zu einem Anstieg des Grundwassers. Aufgrund dessen ist die Infiltration in die Kanalisation höher als im Sommer. Erfahrungsgemäß gehen länger andauernde Regenereignisse im Winter mit einem ausgeprägten Fremdwassernachlauf einher.

Die Kenndaten und Ergebnisse der Fremdwasservorauswertungen sind als Mittelwerte über die Jahre 2000 bis 2006 für das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau in Tabelle 79 zusammengefasst.

Tabelle 79: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 – 2006) für das EZG der KA Schmallenberg-Nordenau

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwerte
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.155
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	107.631
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	3,4
Einwohner	E	E	262
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	105
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	0,30
Betrieblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	0,0
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	0,30
Einwohnerspez. Trockenwetterabflussspende	q_T	l/(E · d)	1.126
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	3,1
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Minimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	2,1
Fremdwasserabfluss (Nachtminimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	2,7
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	q_F	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,31
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	972

Die hohe einwohnerspezifische Trockenwetterabflussspende q_T = 1.126 l/(E · d) und der zugehörige Fremdwasserzuschlag FWZ = 972 % weisen das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau trotz der im Verhältnis geringen Abflussmengen von lediglich $Q_{T,aM}$ = 3,4 l/s als stark fremdwasserbelastet aus.

Auch die Fremdwasserabflussspende q_F bezogen auf die befestigte Fläche in den Einzugsgebieten liegt mit 0,31 deutlich über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 genannten Anhaltswert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$).

Reinigungsleistung der Kläranlage

Geringe Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage sind ein weiteres Indiz für einen erhöhten Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet. So gibt die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 [11] charakteristische Konzentrationswerte für die Parameter CSB, TKN und P an, deren Unterschreitung infolge der Verdünnung einen Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ > 100 %) darstellt. Höhere Zulaufkonzentrationen beim Parameter Nitrat (NO_3-N) deuten auf einen grundwasserbedingten Abfluss von Fremdwasser hin, da Grundwasser

infolge landwirtschaftlich genutzter Flächen i. d. R. eine entsprechende Nitratbelastung aufzeigt.

Exemplarisch sind in Tabelle 80 die Zulaufkonzentrationen der KA Schmallenberg-Nordenau über die Jahre 2002 bis 2007 zusammengestellt und den Indikatoren der DWA-Arbeitsgruppe gegenübergestellt. Bei den nachfolgend genannten Konzentrationswerten wurde auch auf qualifizierte Stichproben zurückgegriffen.

Tabelle 80: Zulaufkonzentrationen zur KA Schmallenberg-Nordenau über den Zeitraum 2002 - 2007

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall nach [11]
CSB	225	292	< 400 mg/l
TKN	16,7	17,7	< 35 mg/l
P_{ges}	4,2	5,5	< 6 mg/l

Auf der KA Schmallenberg-Nordenau liegen nach den Indikatoren der DWA für alle dargestellten Parameter auffällige Verdünnungen des Abwassers infolge von Fremdwasser vor. Die gemessenen Zulaufkonzentrationen liegen in den 85-Perzentilen deutlich unter den Indikatorwerten.

Die KA Schmallenberg-Nordenau entspricht nach ihrer Zulaufbelastung der Größenklasse 2 und ist für 1.000 EW ausgebaut. Die Einleitung des gereinigten Abwassers erfolgt in den Nesselbach.

In Tabelle 81 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Schmallenberg-Nordenau für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 ℃) und P_{ges} im Jahr 2007 zusammengestellt.

Tabelle 81: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Nordenau im Jahr 2007

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination [%]
CSB	84
N_{ges} (≥ 12 ℃)	65
P_{ges}	55

4.7.1.2.3 Kanalnetz

Das Kanalnetz wurde zu Beginn der Messkampagne auf Basis vorliegender Pläne zu großen Teilen vom Ruhrverband im GIS erfasst, um so eine geeignete Basis für die durchzuführenden Messkampagnen zu schaffen.

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Das Kanalnetz ist in den letzten 10 bis 15 Jahren TV-inspiziert worden. Die Befahrungen liegen überwiegend in Form von analogen VHS-Videokassetten vor. Im Rahmen des Untersuchungsprogrammes wurden fremdwasserrelevante Haltungen erneut mit einer TV-Kamera befahren und die Ergebnisse in einem geografischen Informationssystem digital verarbeitet.

Einstau- und Entlastungssituation der Regenbecken

Das Kanalnetz verfügt über keine Niederschlagswasserbehandlungsanlagen. Im System sind in der Nähe der Kläranlage zwei Regenüberläufe angeordnet, die jedoch nach Aussage des Kanalnetzbetriebes hinsichtlich ihres Entlastungsverhaltens unauffällig sind.

4.7.1.2.4 Immissionssituation der Gewässer

Der Stadtteil Nordenau liegt im Einzugsbereich des Nesselbaches und der Baßmecke. Die Baßmecke fließt in den Nesselbach, der wiederum hinter dem Ortsteil Schmallenberg-Westfeld noch vor der KA Schmallenberg in die Lenne einmündet. Die KA Schmallenberg-Nordenau selbst leitet in den Nesselbach ein.

Der Nesselbach (DE_NRW_276612_0) und die Lenne (DE_NRW_2766_104416) im Bereich des Zuflusses des Nesselbaches sind als grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche des Fließgewässertyps 5 kategorisiert [42]. Für die Baßmecke ist keine Klassifizierung vorhanden.

Der im Oberlauf der Lenne zufließende Nesselbach gehört durchgehend der Güteklasse I-II an. Im Bereich der Einleitung des Nesselbaches bis zur KA Schmallenberg ist die Lenne mäßig (Gewässergüteklasse II) belastet mit Tendenz zur Güteklasse I-II. Unterhalb der KA Schmallenberg wird sie in die Güteklasse II-III eingestuft [21].

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper [42] mit Einzugsgebieten > 10 km² zurückgegriffen. Darin wurden die bestehenden Belastungen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Mit

Hilfe der Bestandsaufnahme soll beurteilt werden, ob es eindeutige Hinweise auf den Einfluss von Niederschlags- bzw. Abwassereinleitungen auf das Gewässer gibt.

Für den Nesselbach und die Lenne im Bereich der Einleitung des Nesselbaches liegen nach Bestandsaufnahme der EU-WRRL im Ergebnisbericht Ruhr Einschätzungen für die Zielerreichung eines guten ökologischen Zustandes vor. Für die Baßmecke wurden keine Abschätzungen getroffen.

Hierbei wurde die Zielerreichung sowohl für die Lenne als auch für den Nesselbach im betrachteten Abschnitt als unklar eingestuft. Lediglich für die Gewässergüte und die Gewässerstruktur ist die Zielerreichung eines guten Zustandes bei beiden Gewässern wahrscheinlich.

4.7.1.3 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Zu Beginn des Fremdwasseruntersuchungsprogramms waren keine Fremdwasserschwerpunkte bekannt.

4.7.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

Mit den bislang vorliegenden Informationen aus der langjährigen Vorauswertung ist noch keine kleinräumige Quantifizierung und Lokalisierung des Fremdwasseranfalls möglich. Daher wurden von Januar bis Ende Juni 2007 detaillierte Kanalisationsmesskampagnen durchgeführt. Das Messprogramm und die verwendeten Messgeräte werden nachfolgend beschrieben.

4.7.2.1 Messprogramm

Im Rahmen des Messprogrammes wurden in Nordenau drei stationäre Durchflussmessgeräte, ein Regenschreiber und ein Grundwasserpegel genutzt. Das Einzugsgebiet wurde aufgrund seiner geringen Größe nicht mit einer Klimastation ausgerüstet.

4.7.2.1.1 Stationäre Durchflussmengenmessungen und Handmessungen

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde gemeinsam mit der Stadt Schmallenberg festgelegt und zwischen Anfang Dezember 2006 und Anfang Juli 2007 durchgeführt. Die Anordnung der Messstellen orientierte sich an der Struktur der Einzugsgebiete der Kläranlagen und wurde wesentlich durch die strukturellen Abschnitte von Ortslagen und Tälern bestimmt.

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau wurden zu Beginn des Untersuchungsprogrammes drei stationäre Messstellen eingerichtet. Eine Verfeinerung des Untersuchungsrasters erfolgte im nachhinein über Handmesskampagnen.

In Bild 120 ist die Anordnung der Durchflussmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten und Einwohnerzahlen wurden im Rahmen der Auswertung der Messdaten bezogen auf die Anordnung der Messstellen neu erhoben. Die Abflusskenndaten der Messstellen sind in Tabelle 82 zusammengestellt.

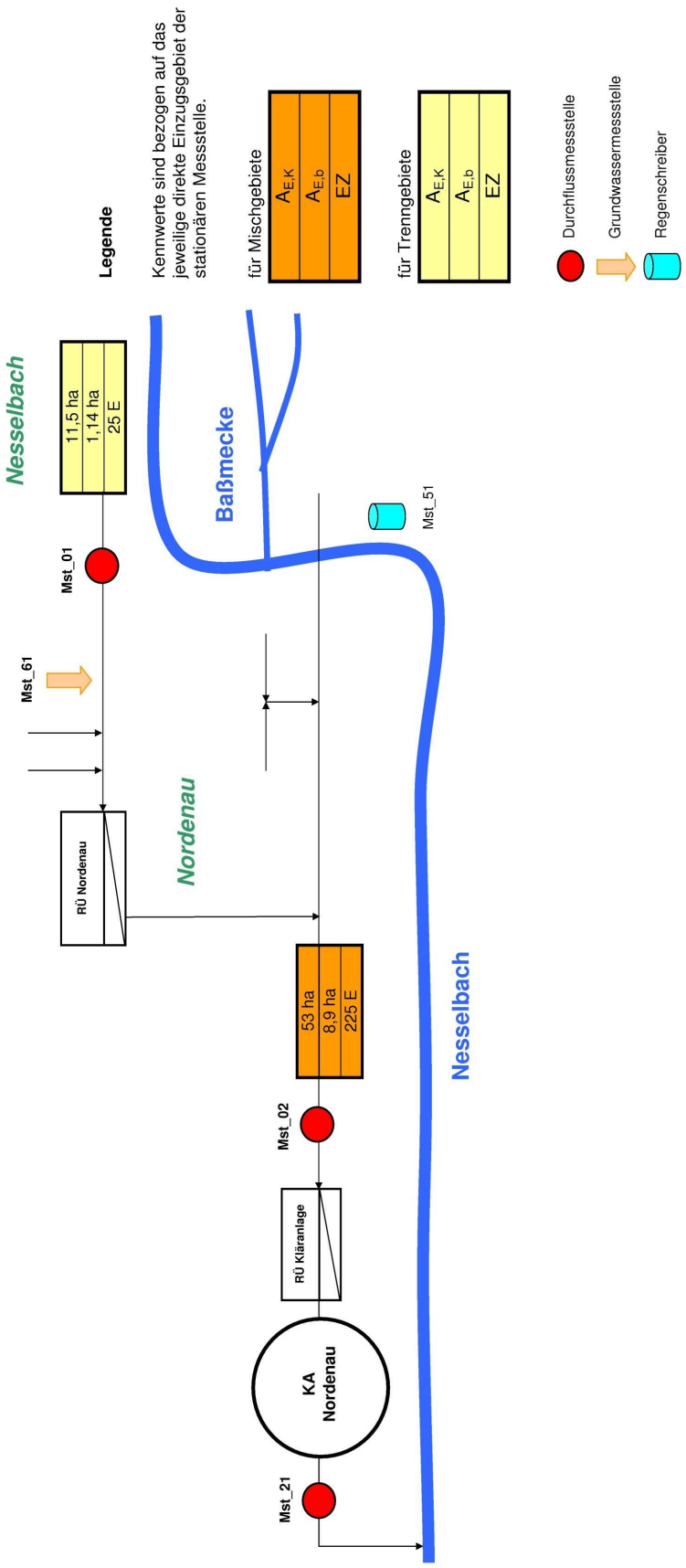


Bild 120: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen

Tabelle 82: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg-Nordenau

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	System	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
			gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_01	Abfluss Nesselbach	TS	0,03	0,03	-	-	0,03	0,03
Mst_02	Zufluss KA Nordenau	MS	0,30	0,27	-	-	0,30	0,27
Mst_21	Abfluss KA Nordenau	MS	0,30	0,0	-	-	0,30	0,0

Die einzelnen Messstellen werden nachfolgend beschrieben. Die Lage der Messstellen ist unter den o. g. Messstellennummern im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

Die Messstelle Mst_01 erfasst den gesamten Abfluss des trennentwässerten Nesselbachs nördlich von Nordenau. Der Ortskern von Nordenau entwässert im Mischsystem und vermischt sich mit dem Abfluss aus Nesselbach. Der vor der Kläranlage gelegenen Mst_02 fließt die gesamte Abwassermenge aus Nordenau zu, die Mst_21 erfasst den Abfluss der Kläranlage.

In Tabelle 83 folgt eine Auflistung aller Abflussmessungen mit Ein- und Ausbaudatum, Laufzeit und Art des Messgerätes. Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall oder durch beschädigte Messsonden, führen zu Datenlücken, sodass Mess- und Laufzeit teilweise voneinander abweichen.

Tabelle 83: Übersicht der Abflussmessungen im EZG der KA Schmallenberg-Nordenau

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_01	Abfluss Nesselbach	Venturi DN 100	12.12.06	25.04.07	134	134
Mst_02	Zufluss KA Nordenau	UGSH	07.12.06	04.07.07	209	182
Mst_21	Abfluss KA Nordenau	memocounter/ MDS 3	30.01.07	04.07.07	155	155

Die gewonnenen Abflussmessdaten jeder Messstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Zunächst erfolgte eine visuelle Prüfung verschiedener Messreihen, wie z. B. Wasserstands- und Abflussmessung. Als Nächstes wurden die Messdaten durch Vergleichsmessungen kalibriert und schließlich eine Summenkontrolle der Abwassermenge nach Vereinigungen durchgeführt. Abschließend wurden alle Messstellen aufgrund ihrer Aufzeichnungsqualität bewertet.

Die Datenqualität aller drei Messstellen wurde als „gut“ eingestuft. Die im Ablauf der Kläranlage gelegene Messstelle Mst_21 zeigt näherungsweise ähnliche Daten wie die vorgelagerte Messstelle Mst_02. Da die Messstelle Mst_21 noch durch einen vorgelagerten Regenüberlauf beeinflusst werden kann, wird die Mst_02 als Referenzmessstelle für den gesamten Fremdwasserabfluss aus dem Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau genutzt.

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in Nordenau am 30.01.2007 und 14.02.2007 zwei Handmesskampagnen zur Erfassung des momentanen Durchflusses im Kanal durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere die Gebiete näher untersucht, die im Rahmen des Messprogramms als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert wurden. Anzumerken ist, dass der gemessene Wert nur eine Momentaufnahme des Abflusses ist. Aussagen über evtl. Niederschlagsnachläufe oder den Schmutzwassertagesgang können nicht gemacht werden.

4.7.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trocken- und Regenwettertagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen erforderlich. Da die Niederschlagsmenge und –intensität insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurden im Stadtgebiet Schmallenberg Regenschreiber und Klimastationen eingerichtet, die je nach ihrer Lage für die Auswertung in den unterschiedlichen Kläranlageneinzugsgebieten genutzt wurden.

Zur Erfassung der beschriebenen Messwerte wurden in den Einzugsgebieten der Kläranlagen Regenschreiber und Klimastationen aufgestellt. Die Lage der Messgeräte geht aus dem jeweiligen Lageplan im Anhang A hervor. In Tabelle 84 sind die Messstellen mit den Einbau- und Ausbaudaten zusammengefasst.

Tabelle 84: Überblick über die Niederschlagsmessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_51	Regenschreiber Nordenau	11.01.07	04.07.07
Mst_52	Regenschreiber Westfeld	08.12.06	04.07.07

Neben den während der Messkampagne ausgelesenen Niederschlagsschreibern wurde zur Einordnung der Niederschlagssummen das langjährige Mittel der Jahre 1961 bis 1990 ausgewertet. Dazu wurden die Niederschlagsmessstationen im Bereich der Stadt Schmallen-

berg herangezogen. In Tabelle 85 sind die monatlichen Niederschlagshöhen und das langjährige Monatsmittel zusammengetragen.

Tabelle 85: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel

Monat	2007		1961 – 1990
	Mst_51 Regenschreiber Nordenau	Mst_52 Regenschreiber Westfeld	DWD-Stationen Schmallenberg-Bödefeld, -Fleckenberg und –Sellinghausen (Jahresmittelwerte)
	N [mm]	N [mm]	N [mm]
Januar	110,0 *)	154,6	98,7
Februar	135,6	132,5	70,6
März	115,5	104,9	86,6
April	2,6	1,6	74,2
Mai	176,9	109,5	84,7
Juni	126,3	132,7	92,2
Summe	**- *)**	**636**	**507**

*) Messung erst ab dem 11.01.2007

Die Niederschlagsmenge im 1. Halbjahr liegt an ausgewählten Messstellen im Stadtgebiet von Schmallenberg nach der 30-jährigen Statistik des DWD bei 507 mm. Der Auswertezeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007 lieferte im benachbarten Westfeld mit 636 mm ca. 25 % mehr Niederschlag. Während der April außergewöhnlich trocken war, waren die übrigen Monate durchschnittlich niederschlagsreicher. So fielen im Juni 44 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel des DWD.

4.7.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Der Fremdwasseranfall wird indirekt über den Bodenwasserhaushalt und den Stand des Grundwasserspiegels beeinflusst. Höhere Grundwasserstände führen im Allgemeinen auch zu gestiegenen Fremdwasserabflüssen. Um diese Abhängigkeit erfassen zu können, wurde in Nordenau eine Grundwassermessstelle abgeteuft. Als Bezugspunkt für die gemessene Pegelganglinie wurde die Geländeoberkante gewählt. In Tabelle 86 sind die Ein- und Ausbauzeiten des Pegels zusammengefasst.

Tabelle 86: Übersicht der abgeteuften Grundwasserspiegelmessung

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau
Mst_61	Pegel Nordenau	Insider	22.01.07	04.07.07

4.7.2.1.4 Wasserstandsmessungen an Regenbecken

Im Einzugsgebiet sind keine Regenwasserbehandlungsanlagen vorhanden. Die beiden kurz vor der Kläranlage liegenden und nach Aussage der Stadt Schmallenberg unauffälligen Regenüberläufe wurden nicht mit Wasserstandsmessungen ausgestattet.

4.7.2.1.5 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

Kamerabefahrungen

Um die Ergebnisse der Abflussmessungen zu verifizieren und die sich zum Teil daraus ergebenden Abflusszunahmen deuten zu können, wurden im Anschluss an die Handmesskampagnen Kamerabefahrungen durchgeführt. Die Kamera wurde gezielt dort eingesetzt, wo Handmessungen einen haltungsweisen Zuwachs des Abflusses zeigten bzw. Auffälligkeiten im Bereich der privaten Grundstücksentwässerungen vorhanden waren.

In Tabelle 87 sind die durchgeführten Kamerabefahrungen in Nordenau zusammengestellt. Die Ergebnisse der Kamerabefahrungen werden zusammen mit den Handmessungen nachfolgend ausgewertet.

Tabelle 87: Zusammenstellung der durchgeführten Kamerabefahrungen

Mst.-Nr.	Befahrung	Datum
Mst_02	Nordenau, Alter Weg	05.11.2007
	Nordenau, Talweg	28.08.2007

4.7.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

4.7.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau erstreckte sich vom 07.12.2006 bis 04.07.2007. Um eine Vergleichbarkeit auch mit anderen Einzugsgebieten im Stadtgebiet von Schmallenberg zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die aufgezeichneten Messgrößen Wasserstand h und Fließgeschwindigkeit v wurden in einen Durchfluss Q umgerechnet, verifiziert und auf Plausibilität geprüft. Die ursprünglichen 2-min. Daten wurden mit Hilfe der Datenbank Access um Unplausibilitäten bereinigt (z. B. Löschen von Nullwerten und Elimination von Daten, die auf außergewöhnliche Ereignisse,

wie Schieberschließungen aufgrund von Handmessungen und Kamerabefahrung, zurückzuführen waren) und auf Stundenmittelwerte verdichtet. Es wurden die Messtage eliminiert, die während Entlastungsereignissen von oberhalb der Messstelle liegenden Niederschlagswasserbehandlungsanlagen aufgezeichnet wurden. Abschließend wurden die bereinigten Daten in ein Excel-Arbeitsblatt importiert, um mit Hilfe verschiedener Auswertemethoden (s. Kapitel 2.2.2) das Fremdwasser in den Teilgebieten bestimmen zu können.

Der Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau wurde mit der Nachtminimum-Methode ermittelt. Für jede Messstelle befindet sich im Anhang B ein Auswerteblatt mit den unterschiedlichen Auswertemethoden und jeweiligen Ergebnissen.

In Tabelle 88 werden der direkte Fremdwasseranfall an jeder Messstelle und der prozentuale Fremdwasseranfall bezogen auf den Fremdwasserabfluss der Kläranlage angegeben. Weiterhin wird ergänzend bei reinen Trennsystemen an der jeweiligen Messstelle die fehlangeschlossene Fläche bzw. der Fehlanschlussgrad als Quotient aus der fehlangeschlossenen Fläche zur befestigten Fläche im Direkteinzugsgebiet in Prozent ausgewiesen.

Tabelle 88: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässerungsverfahren	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Gesamtfremdwasser [%]	A_f [m^2]	FAG = $A_f/A_{E,b}$ [%]
Mst_01	Abfluss Nesselbach	TS	0,4	0,4	13,8	709	6,2
Mst_02	Zufluss KA Nordenau	MS	2,9	2,5	86,2	-	-
Mst_21	Abfluss KA Nordenau	MS	2,8	0,0 *)	0,0 *)	-	-
Summe (KA Nordenau, Mst_02)				2,9	100	709	6,2

*) Wert mit 0,0 angesetzt, da theoretische Differenzbildung einen negativen Wert ergibt

Dem trennentwässerten Nesselbach entstammen knapp 14 % (0,4 l/s) des gesamten auf die Kläranlage bezogenen Fremdwassers. Zusätzlich konnte in der Auswertung eine fehlangeschlossene Fläche von etwa 709 m² ermittelt werden. Der überwiegende Teil des Fremdwassers (86 %, umgerechnet 2,5 l/s) stammt aus dem mischentwässerten Ortskern von Nordenau.

Die absolut ermittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur mittelbar etwas über die Fremdwasserverteilung in den einzelnen Gebieten aus. Eine Bewertung der Fremdwassermengen erfolgt aussagekräftiger durch den Bezug der Wassermenge auf den Schmutzwasserabfluss, die Kanalnetzlänge oder die befestigte Fläche.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 121 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasser auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet und die Flächenspende der Teilgebiete. Außerdem geben die Fremdwasserabflüsse in den umrandeten Kästchen über den Messstellen einen Überblick über die gemessene Gesamtfremdwassermenge an jeder stationären Messstelle.

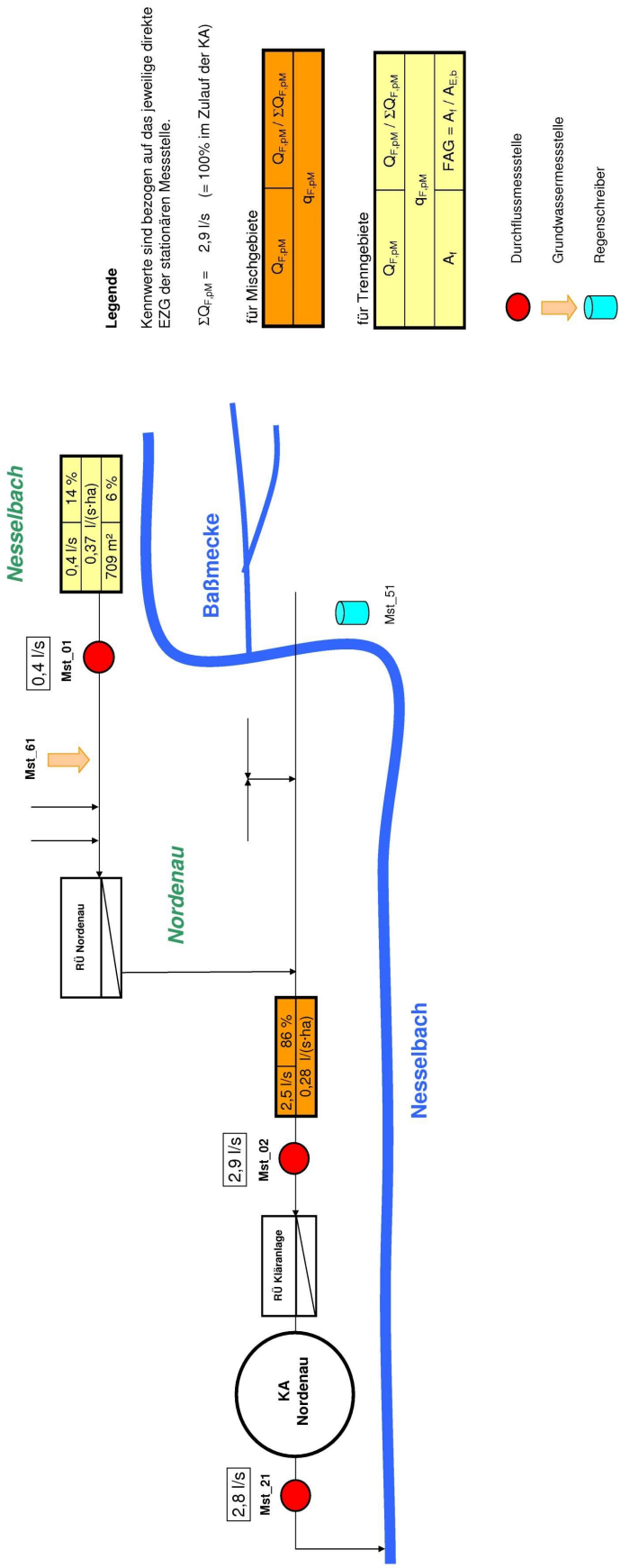


Bild 121: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau

4.7.2.2.2 Ergänzende Auswertung in trennentwässerten Einzugsgebieten

Das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau entwässert zu 18 % im Trennsystem. Die trennentwässerten Flächen liegen vollständig im Ortsteil Nesselbach und werden durch die Durchflussmessstelle Mst_01 erfasst.

In Trennsystemen können fehlangeschlossene Flächen dazu führen, dass Schmutzwasserkanäle hydraulisch überlastet werden. In Bild 122 ist daher die Summenhäufigkeit der Abflüsse an der Messstelle Mst_01 in Nesselbach dargestellt.

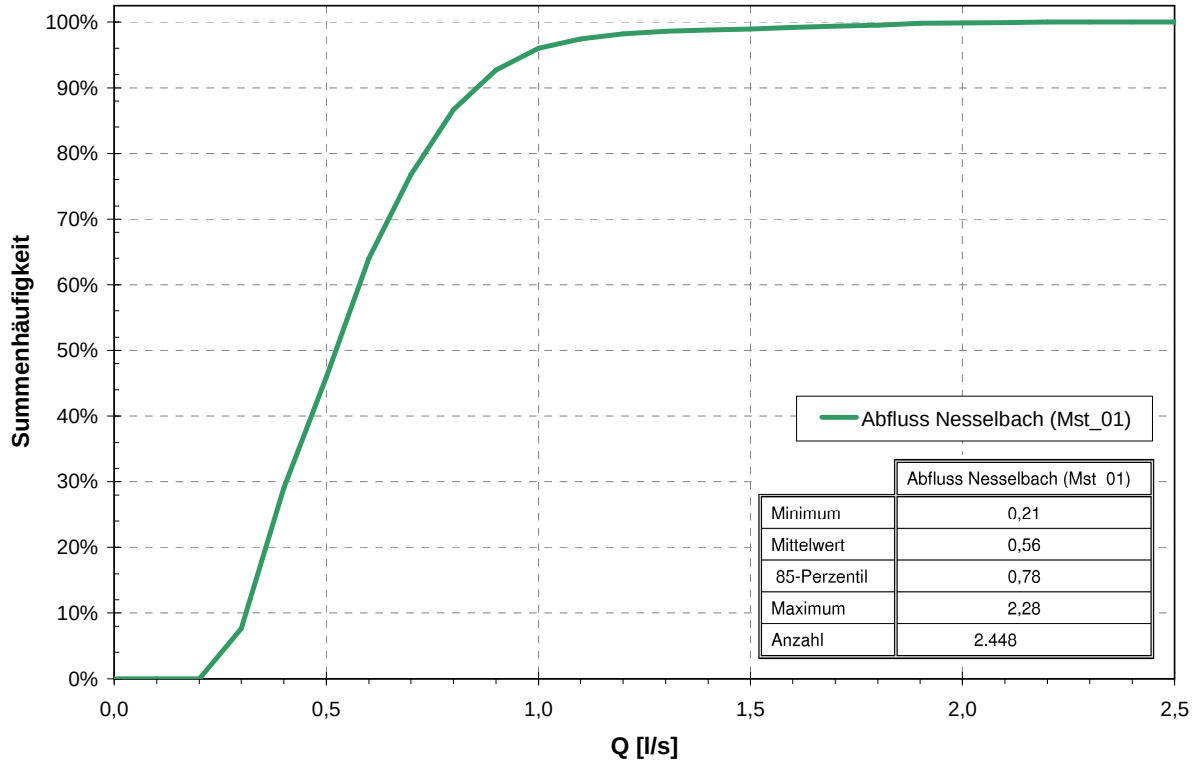


Bild 122: Summenhäufigkeitsverteilung des Abflusses von Nesselbach (Mst_01)

Die Summenhäufigkeitsverteilung zeigt am Ortsausgang von Nesselbach bei den gemessenen Niederschlägen unauffällige Spitzenabflüsse von knapp 2,3 l/s bei einem 85-Perzentil von 0,78 l/s.

In Bild 123 wurde aus den Niederschlagsdaten und dem niederschlagsbedingten Fremdwasserabfluss (ohne jegliches grundwasserbedingtes Fremdwasser, Schmutzwasser und ohne Nachlaufereignisse) eine Regressionsgerade erzeugt. Aus der Steigung lässt sich die befestigte Fläche errechnen.

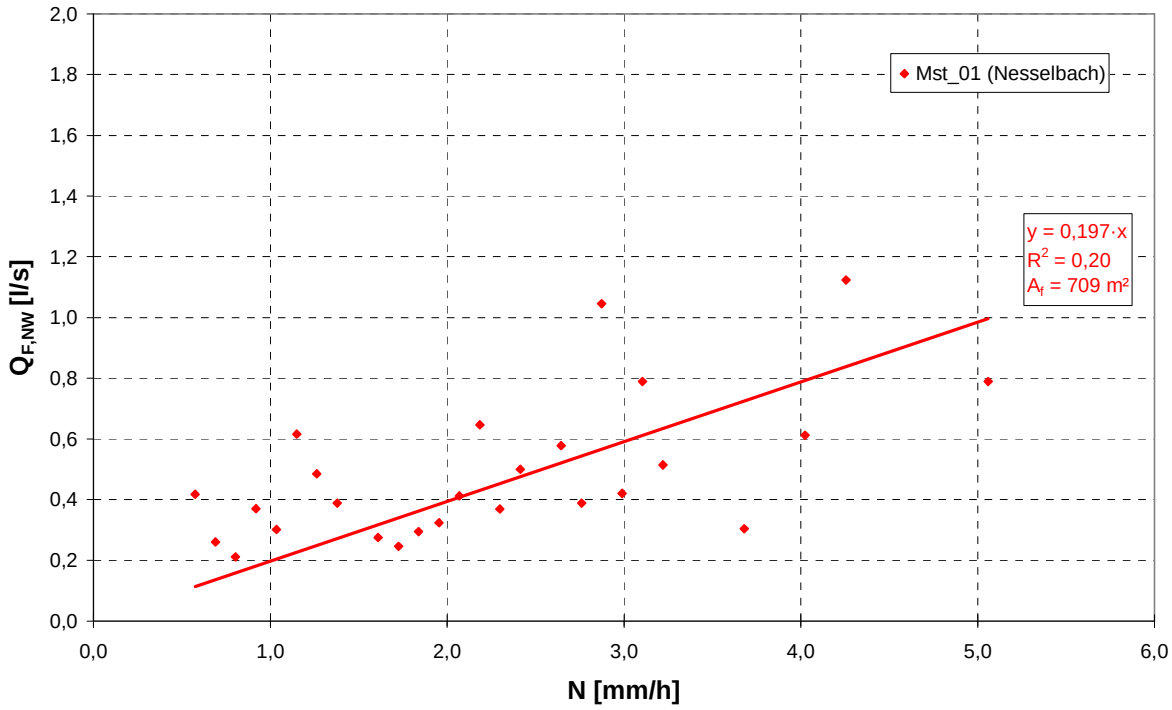


Bild 123: Ermittlung der fehlangeschlossenen Fläche in Nesselbach (Mst_01)

Für das Einzugsgebiet der Messstelle Mst_02 ergibt sich eine fehlangeschlossene Fläche von 709 m². Unter der Annahme, dass eine fiktive Dachfläche eines fehlangeschlossenen Hauses 120 m² groß ist, wären 6 Grundstücke an den Schmutzwasserkanal des Trennsystems in Nesselbach fehlangeschlossen.

4.7.2.2.3 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden Handmessungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Für eine Aussage, in welchem Verhältnis der gemessene Wert zum ermittelten Fremdwasser (Mittelwert) im Teileinzugsgebiet steht, ist es notwendig, auch im Schacht der stationären Messstelle eine Handmessung durchzuführen.

Insgesamt wurden an knapp 20 Punkten Handmessungen durchgeführt, die zur Absicherung der Daten teilweise auch mehrfach wiederholt wurden.

Die Ergebnisse der Handmesskampagnen sind als absolute Ergebnisse nicht ohne Weiteres mit denen der stationären Durchflussmengenmessstellen vergleichbar. Dies ist u. a. mit den unterschiedlichen Messgeräten und deren unterschiedlichen Kalibrierungen begründbar.

Weiterhin erfassen Handmesskampagnen, sofern sie bei Trockenwetter durchgeführt wurden, den Trockenwetterabfluss an wechselnden Nachlauftagen und Tageszeiten. Hierdurch unterscheiden sich die Handmessungen in dem Anteil des erfassten Schmutzwasserabflusses und des Fremdwassernachlaufes. In erster Linie lassen sich mit den durch Handmessungen erfassten Abflüssen zwar Abflusszuwächse aufspüren, die auf Fremdwasserquellen schließen lassen, andererseits ist eine Aussage zu absoluten Mengen ohne Weiteres nicht möglich. Insbesondere bei der späteren Festlegung von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung bei lokal aufgefundenen Fremdwasserquellen sind absolute Angaben sehr hilfreich.

Nachfolgend werden die Ergebnisse, die Erfahrungen zu den lokalisierten Fremdwasserquellen und die identifizierten Schäden beschrieben, die während der Handmesskampagnen ermittelt wurden. Abschließend erfolgt eine Zusammenstellung der aufgefundenen Schäden, gemessenen Fremdwassermengen und des Reduktionspotenziales.

In Tabelle 89 sind die errechneten Fremdwasseranteile auf Basis der in Kapitel 2 beschriebenen Methode für alle durchgeführten Handmessungen als absolute Werte und als prozentualer Anteil bezogen auf die Gesamtfremdwassermenge aufgeführt. Aus der Zusammenstellung können auch die reduzierbare Fremdwassermenge und das Reduzierungspotenzial entnommen werden. Die reduzierte Fremdwassermenge wurde anhand der Vor-Ort-Untersuchungen unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit der Maßnahmen, der Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt und der Nachhaltigkeit der Sanierungsmaßnahmen abgeschätzt.

Von den in der Messkampagne gemessenen 2,9 l/s können bei erfolgreicher Sanierung rd. 1,7 l/s Fremdwasser reduziert werden. Dies entspricht einem Reduzierungspotenzial von 69 %, sodass rd. 31 % Fremdwasser im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau verbleiben.

Tabelle 89: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen

HMst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
		$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Nesselbach					
Mst_01	Nesselbach	0,4	14	0,0	0
Zwischensumme		**0,4**	**14**	**0,0**	**0**
TEZG Nordenau-Kernstadt					
N_02	Astenstraße	0,1	2	-	-
N_03b	Astenstr., Zulauf Am Heerhagen	0,1	2	-	-
N_04	Astenstraße	0,2	5	-	-
N_05	Astenstraße, am RÜ	0,3	12	0,3	10
N_06	vor KA	0,8	28	0,6	22
N_14a+b	vor KA inkl. Zulauf Nebenstrang	0,0	0	-	-
N_13	Talsammler vor Hotel Thommes	0,1	2	-	-
N_08 bis N_11a	Talsammler nach Hotel Thommes	0,7	23	0,5	18
N_11b	Talsammler Im Park	0,4	12	0,3	10
N_16	Talsammler Hotel bis KA	0,0	0	-	-
N_12	Talsammler Im Park	0,0	0	-	-
N_07	Talsammler vor KA	0,0	0	-	-
Mst_02	Kläranlage	0,0	0	-	-
Zwischensumme		**2,5**	**86**	**1,7**	**60**
Summe aller TEZG		**2,9**	**100**	**1,7**	**60**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall auf der KA Schmallenberg-Nordenau von 2,9 l/s

TEZG Nesselbach

Bei nur geringen 0,4 l/s Fremdwasser im TEZG Nesselbach ist die Identifizierung von entsprechenden Fremdwasserquellen schwierig. Signalnebeluntersuchungen zur Auffindung von Fehlanschlüssen in Nesselbach wurden im Rahmen der Messkampagne nicht durchgeführt. Jedoch besteht die Möglichkeit, die Spitzenabflüsse im Schmutzwasserkanal des Trennsystems durch Signalnebeluntersuchungen aufzufinden und entsprechende Fehlanschlüsse abzukoppeln. Das Potenzial liegt bei etwa 709 m² fehlangeschlossener Fläche.

TEZG Nordenau-Kernstadt

Auf das TEZG des Ortskernes von Nordenau zwischen den Messstellen Mst_02 und Mst_01 entfallen in der Summe 2,5 l/s Fremdwasser. Die identifizierten Schwerpunktbereiche liegen

hierbei im Bereich des Alten Weges zwischen den Handmessstellen N_05 und N_14 mit 0,9 l/s Fremdwasser, entsprechend 32 % des gesamten der Kläranlage zufließenden Fremdwassers (s. Bild 124), sowie im südlichen Talsammler zwischen den Handmessstellen N_08 und N_11a mit 0,8 l/s bzw. 28 % (s. Bild 125).

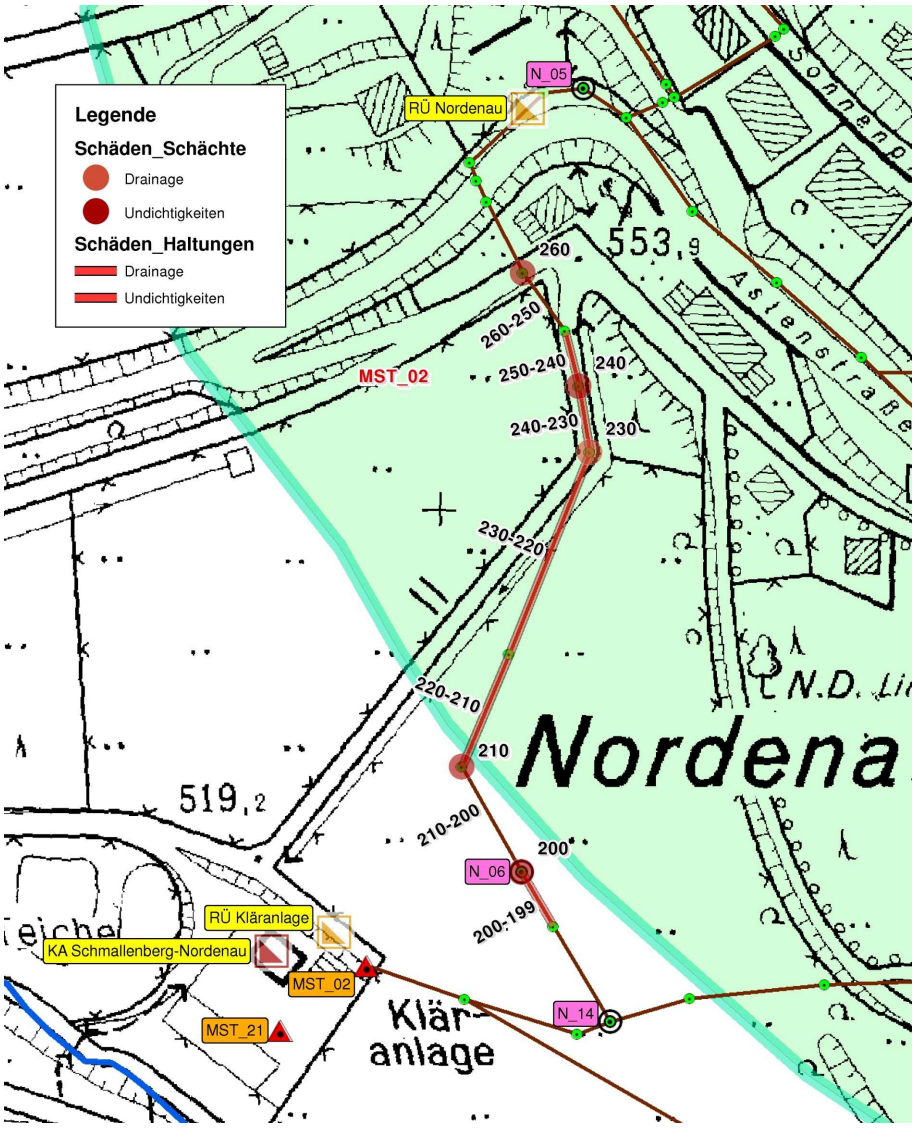


Bild 124: Identifizierte Kanalschäden im Alten Weg in Nordenau

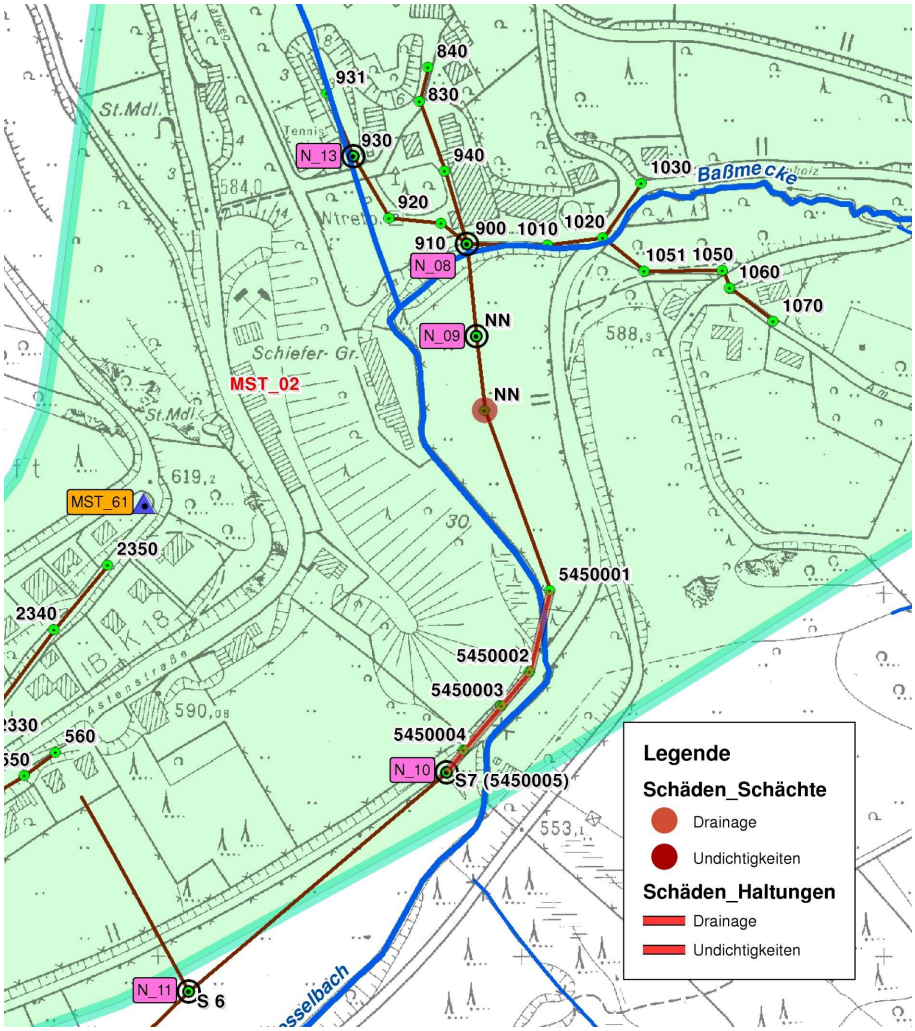


Bild 125: Identifizierte Kanalschäden im südlichen Talsammler in Nordenau

In beiden Bildern ist die Lage der auf Basis einer TV-Befahrung identifizierten Fremdwasserquellen in Schächten und Haltungen dargestellt. Da nicht der gesamte Bereich der Handmessstellen inspiziert wurde, ist davon auszugehen, dass sich noch weitere schadhafte Kanalabschnitte zusätzlich zu den bereits identifizierten im Kanalnetz befinden.

Die im Alten Weg und im Talsammler identifizierten fremdwasserrelevanten Schäden sind in Tabelle 90 für die Haltungen und Tabelle 91 für die Schächte zusammengestellt.

Während der Alte Weg überwiegend durchschnittliche Kanalschäden aufweist, zeigen die Haltungen im Talsammler massiven Wurzeleinwuchs und eine mangelhafte Bausubstanz. Korrosion und fehlende Wandungsteile zeugen von einer nicht ausreichenden Festigkeit des Betons.

Tabelle 90: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen

Straße	Haltungsnummer	Schadensbeschreibung
Alter Weg	200 - 199	Wurzeleinwuchs
Alter Weg	220 - 210	2 Stutzen undicht
Alter Weg	230 - 220	4 undichte Muffen und ein Querriss s. Bild 126 (oben links)
Alter Weg	240 - 230	4 undichte Muffen, 2 Inkrustationen, Stutzen undicht s. Bild 126 (oben rechts)
Alter Weg	250 - 240	4 undichte Muffen, 2 Stutzen undicht, 2 Wurzeleinwüchse s. Bild 126 (unten)
Talweg	545001 - 545002	vertikaler Versatz, Wurzeleinwuchs, fehlendes Rohrstück Nennweitenänderung, undichte Muffen s. Bild 127 (oben)
Talweg	545002 - 545003	Wurzeleinwuchs, Ausbiegung, Ablagerungen
Talweg	545003 - 545004	Wurzeleinwuchs s. Bild 127 (unten links)
Talweg	545004 - 545005	Wurzeleinwuchs, fehlendes Rohrstück Ausbiegung, fehlende Wandungsteile s. Bild 127 (unten rechts)

Tabelle 91: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten

Straße	Schachtnummer	Schadensbeschreibung
Alter Weg	200	Undichtigkeit, Schachtbauwerk im gesamten Umfang undicht
Alter Weg	210	Bankett defekt
Alter Weg	220	Schachtbauwerk an der Sohle undicht, eindringendes Wasser
Alter Weg	230	Dränage (Sanierung Zulauf alter Schacht saniert)
Alter Weg	240	Schacht undicht (Fuge im Mauerwerk)
Alter Weg	251	Schacht undicht, ist mit Innenputz saniert worden
Alter Weg	260	Undichtigkeit (saniert)
Talweg	545003	Wurzeleinwuchs im Schacht
Talweg	545004	Wurzeleinwuchs im Schacht



Haltungen Schächte 230 bis 220
(undichte Muffe)

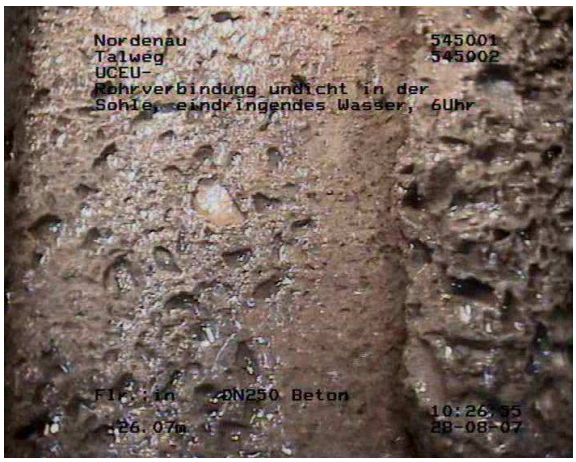


Haltung Schächte 240 bis 230
(Inkrustation)

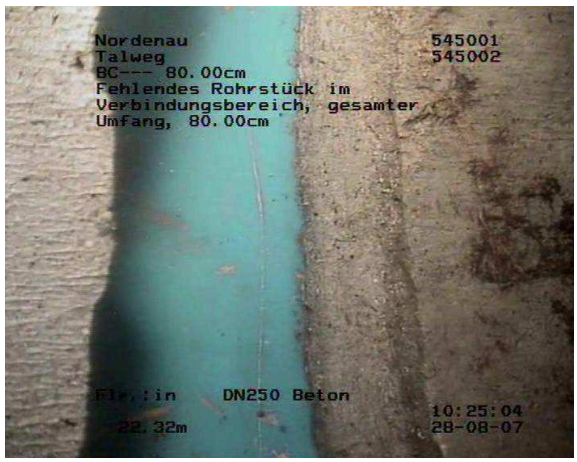


Haltung Schächte 250 bis 240 (Undichtigkeit und einragender Stutzen)

Bild 126: Charakteristische Kanalschäden mit Fremdwassereintritt im Alten Weg



Haltungen Schächte 545001 bis 545002
(undichte Muffe und Korrosion)



Haltungen Schächte 545001 bis 545002
(Rohrversatz)



Haltungen Schächte 545003 bis 545004
(Wurzeleinwuchs)



Haltungen Schächte 545004 bis 545005
(fehlendes Wandungsstück)

Bild 127: Charakteristische Kanalschäden mit Fremdwassereintritt im südlichen Talsammler

4.7.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die bisherigen Fremdwasserangaben repräsentieren lediglich den Messzeitraum der ersten Jahreshälfte 2007. Die bisher gesammelten Erfahrungen zeigen, dass der Jahresbeginn in der Regel einen höheren Fremdwasserabfluss aufweist als der Rest des Jahres. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den Jahren der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der letzten Jahre (2000 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen

Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 92 dokumentiert.

Tabelle 92: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Schmallenberg-Nordenau

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis Jan - Juni zum Jahresmittel
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	
2000	2,2	3,2	3,6	1,5	1,1	1,0	0,6	0,0	0,7	1,6	1,8	0,4	2,1 l/s	1,5 l/s	1,43
2001	3,4	4,3	4,7	4,0	2,3	1,6	1,4	1,3	3,2	2,1	2,8	2,5	3,4 l/s	2,8 l/s	1,21
2002	2,6	3,9	3,4	2,1	2,1	1,7	2,1	2,3	1,1	2,0	3,3	1,7	2,6 l/s	2,3 l/s	1,12
2003	3,2	2,6	1,4	1,7	1,4	1,2	1,0	1,0	1,3	1,8	2,2	1,9	1,9 l/s	1,7 l/s	1,12
2004	3,2	3,3	2,2	2,9	2,1	1,5	1,7	1,6	1,6	2,1	2,1	1,6	2,5 l/s	2,2 l/s	1,17
2005	3,6	3,0	2,4	2,2	1,8	1,2	1,2	1,5	1,1	0,9	1,9	2,8	2,4 l/s	2,0 l/s	1,21
2006	1,8	2,3	3,0	3,2	2,2	1,3	0,8	2,0	1,6	1,7	3,0	3,2	2,3 l/s	2,2 l/s	1,05
2007	**5,3**	**3,3**	**3,1**	**1,7**	**1,8**	**1,8**	**2,5**	**2,8**	**2,7**	**1,8**	**3,5**	**2,9**	**2,8 l/s**	**2,8 l/s**	**Messjahr 1,02**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,17

Dieser Quotient dient zur Einordnung des 1. Halbjahres zum Gesamtjahr. Im Mittel liegt der langjährige Faktor Halb- zu Ganzjahr bei 1,17 und zeigt, dass im 1. Halbjahr geringfügig höhere Infiltrationen im Kanalnetz gemessen wurden. Die nachträgliche Auswertung für das Jahr 2007 ergab einen Faktor von 1,02 und liegt damit bei einer Abweichung von nur -12,3 % in der Größenordnung des langjährigen Mittels.

Mit Hilfe des für das Jahr 2007 ermittelten Faktors 1,02 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert.

Die Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet bleibt dabei unverändert, wohingegen die absolute Fremdwassermenge in den einzelnen Teilgebieten größer wird. Zur besseren Darstellung folgt in Bild 128 das bereits bekannte Fließschema mit den umgerechneten Jahresmittelwerten in den einzelnen Teilgebieten.

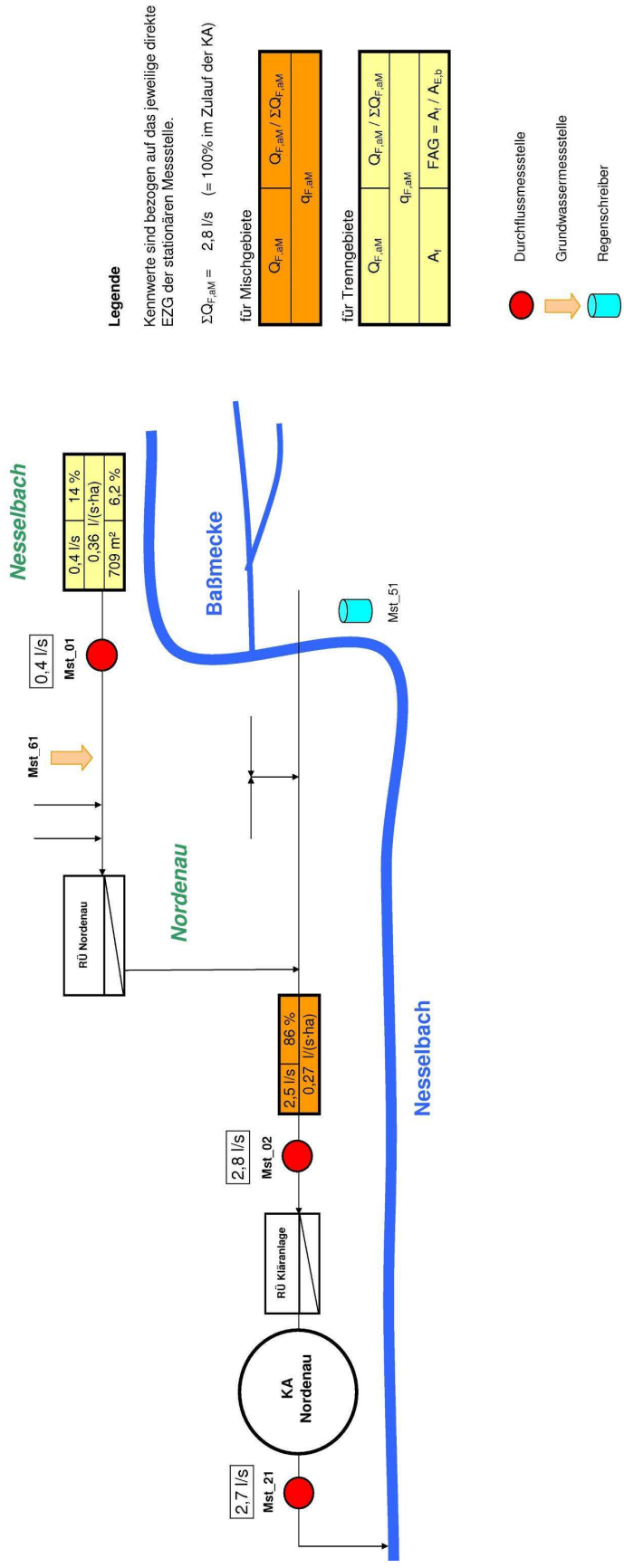


Bild 128: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Schmallenberg-Nordenau (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007)

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist. Dazu zeigt Tabelle 93 eine Übersicht, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes, die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Tabelle 93: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen

Bezeichnung	Messzeitraum Jan - Juni 2007	2007	reduzierbares Fremdwasser (bezogen auf die KA Schmallenberg-Nordenau)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
Nesselbach Mst_01	0,4	0,4	0,0	0
Nordenau-Kernstadt Mst_02	2,5	2,4	1,7	59
Nordenau-Kernstadt Mst_21	0,0	0,0	0,0	0
Summe	**2,9**	**2,8**	**1,7**	**59**

Insgesamt lassen sich durch die im Anschluss aufgeführten Sanierungsmaßnahmen im Jahresmittel ca. 1,7 l/s, entsprechend 59 % des Fremdwassers auf der KA Schmallenberg-Nordenau reduzieren.

4.7.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

4.7.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser und Schätzung von Einzelkosten

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation müssen die lokalisierten Fremdwasserquellen im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau möglichst zeitnah beseitigt werden. In Zusammenarbeit mit der Stadt Schmallenberg wurden für die entdeckten Schäden Sanierungsmöglichkeiten besprochen und darauf aufbauend Kosten geschätzt.

TEZG Nesselbach

Im Teileinzugsgebiet Nesselbach werden keine Maßnahmen konkret vorgeschlagen. Hierzu sind weitergehende Signalnebeluntersuchungen erforderlich, um entsprechende Fehlanschlüsse auffinden und abkoppeln zu können.

TEZG Nordenau-Kernstadt

Zum Zeitpunkt der Handmesskampagnen wurden durch die Stadt Schmallenberg bereits im Alten Weg die Undichtigkeiten in den Schächten 230 (Zulauf einer Dränage), 251 (Undichtigkeit im Schacht) und 260 (Undichtigkeit im Schacht) saniert.

Aus der Analyse der TV-Befahrungen ergaben sich Schadensbilder, denen entsprechende Sanierungsverfahren und Kosten zugeordnet werden konnten. Die Kosten wurden auf Basis der Arbeitshilfen Abwasser 2007 [2] für die Haltungen (s. Tabelle 94) und Schächte (s. Tabelle 95) abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

Tabelle 94: Haltungen

Straße	Haltungs-nummer	Schadens-beschreibung	Haltungs-länge	Sanierungs-verfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Alter Weg	200 - 199	1 Schaden Wurzeleinwuchs	33,0 m	Fräsen/ Injektion/ Partliner	700
Alter Weg	220 - 210	2 Stutzen undicht	23,4 m	Injektion/ Roboter/ Partliner	1.700
Alter Weg	230 - 220	5 Schäden undichte Muffen, Querriss	32,5 m	Injektion und Partliner	3.800
Alter Weg	240 - 230	7 Schäden undichte Muffen, Inkrustationen, Stutzen undicht	18,4 m	Injektion und Schlauchliner	5.000
Alter Weg	250 - 240	8 Schäden undichte Muffen, Stutzen undicht, Wurzeleinwuchs	12,9 m	Fräsen, Injektion und Schlauchliner	4.000
Talweg	545004 - 545005	7 Schäden Wurzeleinwuchs, fehlendes Rohrstück, Ausbiegung, fehlendes Wandungsteil	20,8 m	Erneuerung	7.400

Straße	Haltungs-nummer	Schadens-beschreibung	Haltungs-länge	Sanierungs-verfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Talweg	545003 - 545004	16 Wurzeleinwüchse	41,9 m	Fräsen/ Schlauchliner	8.100
Talweg	545002 - 545003	9 Schäden Wurzeleinwuchs, Ausbiegung, Ablagerungen	22,2 m	Erneuerung	7.900
Talweg	545001 - 545002	9 Schäden vertikaler Versatz, Wurzeleinwuchs, Änderung Nennweite, undichte Muffen, fehlendes Rohrstück	40,7 m	Erneuerung	14.500
Summe					**53.100**

Tabelle 95: Schächte

Straße	Schacht-nummer	Schadensbeschreibung	Sanierungsverfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Alter Weg	210	Bankett defekt	Mörtelausbesserung	1.700
Alter Weg	220	Schachtbauwerk an der Sohle undicht, eindringendes Wasser	Injektion und PU-Beschichtung	800
Alter Weg	200	Undichtigkeit, Schachtbau-werk im gesamten Umfang undicht	Injektion und PU-Beschichtung	1.900
Alter Weg	240	Schacht undicht (Fuge im Mauerwerk)	Injektion und PU-Beschichtung	800
Talweg	545004	Wurzeleinwuchs im Schacht	Injektion und PU-Beschichtung	800
Talweg	545003	Wurzeleinwuchs im Schacht	Injektion und PU-Beschichtung	800
Summe				**6.800**

Abschließend folgt in Tabelle 96 eine Übersicht der geplanten Gesamtkosten in Höhe von 59.900 € für gesamt Nordenau. Für die Sanierung des Alten Weges ergeben sich Kosten in Höhe von 20.400 € brutto, für die Sanierung des Talsammlers insgesamt 39.500 € brutto.

Tabelle 96: Zusammenfassung der Sanierungskosten in Schmallenberg-Nordenau

Teileinzugsgebiet	Sanierungskosten [€] brutto	
Nesselbach	0	
Nordenau-Kernstadt	59.900	
- Sanierung Alter Weg		20.400
- Sanierung Talsammler		39.500
Summe	**59.900**	

4.7.3.2 Alternative Maßnahmenkonzepte

Im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung (IEP) wird das System optimiert und das Niederschlagswasserbehandlungsvolumen neu abgeschätzt.

4.7.4 Bewertung

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetz- und Kläranlagenemissionen sowie auf die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Fremdwasserschwerpunkte beurteilt.

Für das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Nordenau wurde nur ein Fremdwasserschwerpunktgebiet festgelegt, da das Teileinzugsgebiet Nesselbach bezogen auf Fremdwasser unauffällig ist. Es ist keine weitere Unterteilung vorgenommen worden, da das Einzugsgebiet klein ist und darauf aufbauend im Ortskern von Nordenau auch nur eine stationäre Durchflussmessstelle angeordnet wurde.

Somit ergibt sich eine Bewertungsmatrix, die im Anhang C dokumentiert ist. Insgesamt können für das Einzugsgebiet Nordenau-Kernstadt 327 Punkte in der Nutzwertanalyse erreicht werden. In Tabelle 97 und Bild 129 sind die Ergebnisse der Nutzwertermittlung tabellarisch bzw. grafisch zusammengestellt.

Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Tabelle 97: Nutzwert des EZG der KA Schmallenberg-Nordenau

Rang	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
		Abwasser-abgabenrelevanz	Fremdwasser-reduzierung	Kanalnetz-emissionen	Kläranlagen-emissionen	Immissions-situation	**Summe**
1	Nordenau-Kernstadt	150	31	30	100	16	**327**

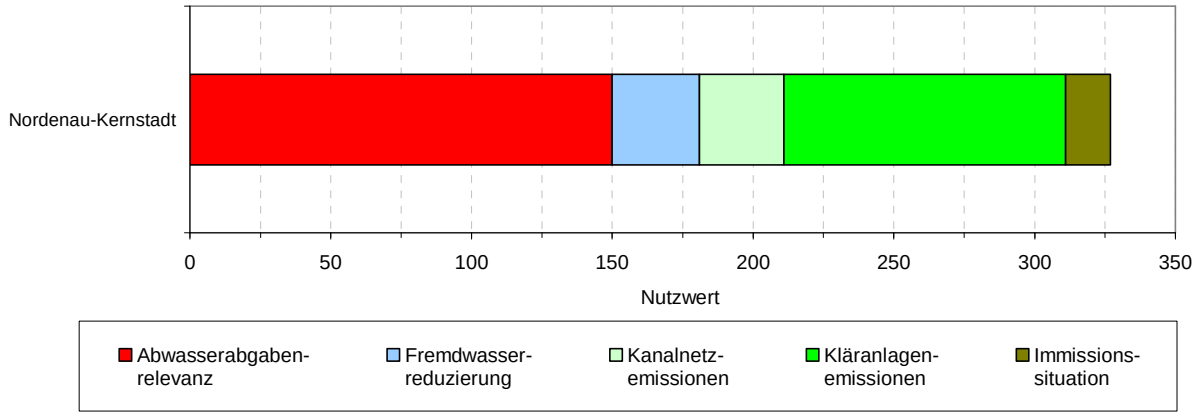


Bild 129: Zusammenstellung der Nutzwerte

Bei einer Fremdwasserreduzierung um 60 % verringert sich die Jahresschmutzwassermenge anteilig um knapp 53 %, sodass eine signifikante Einsparung bei der zu zahlenden Abwasserabgabe zu erwarten ist. Daher wird dieses Kriterium im Nutzen mit 150 Punkten bewertet und stellt im Vergleich zum gesamten Nutzwert von 327 Punkten zusammen mit den Kläranlagenemissionen einen wesentlichen Anteil dar.

Neben den fehlangeschlossenen Flächen in Nesselbach, die nicht bewertet wurden, zeigt die Auswertung der Zuflussmessungen auf der Kläranlage überwiegend in den Winter- und Frühjahrsmonaten einen vergleichsweise hohen Anteil an grundwasserbedingtem Fremdwasser über Undichtigkeiten oder Dränagen. Bei einer entsprechenden Sanierung ist ein Grundwasseranstieg in dicht bebauten Bereichen des Ortskernes oder im Bereich des Talsammlers nicht auszuschließen.

Die geplanten Sanierungsmaßnahmen umfassen das gesamte Spektrum von Renovierung bis hin zur Erneuerung, sodass diese Maßnahmen mit einer mittleren Nachhaltigkeit eingestuft werden.

Der Ortskern von Nordenau wird mischentwässert, sodass die Kriterien für die Bewertung von Trennsystemen entfallen. Darüber hinaus verfügt Nordenau über kein Niederschlagswasserbehandlungsvolumen, welches rechnerisch nach A 128 bei ca. 46 m³ liegen würde. Vor diesem Hintergrund werden keine Entlastungssituationen bewertet. Infolge einer Fremdwasserreduzierung würde sich dieses Volumen rechnerisch auf 40 m³ reduzieren, sodass in der Konsequenz jedoch immer noch der theoretische Neubau von Rückhaltevolumen erforderlich wäre.

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers eine geringfügige Verbesserung der Reinigungsleistung erzielt werden. Basis war hierbei eine Eliminationsleistung der KA Schmallenberg-Nordenau im Jahr 2007 von 84 % beim Parameter CSB, 65 % beim Gesamtstickstoff und 55 % beim Gesamtphosphor. Bedingt durch die relativ gesehen hohe Reduzierung des Fremdwasseraufkommens im System verbessert sich die Reinigungsleistung der Kläranlage erheblich. Beim Parameter CSB wurde eine maximale theoretische Obergrenze von 95 % gesetzt.

Eine Beurteilung der Immissionssituation wird für den Nesselbach in Kombination mit der Lenne vorgenommen. Der Nesselbach zeigt eine Gewässergüteklasse von I-II, wobei die Lenne im Bereich der Einleitung des Nesselbaches eine Gewässergüteklasse von II mit Tendenzen zu I-II aufzeigt. Werden die Emissionen aus der KA Nordenau reduziert, so kann davon ausgegangen werden, dass sich die Gewässergüteklasse verbessert. Insofern wurde infolge einer Fremdwasserreduzierung eine Verbesserung der Gewässergüteklasse um eine halbe Stufe angesetzt.

Das Selbstreinigungsvermögen des Nesselbaches und der Lenne im Bereich der Einleitung des Nesselbaches wird als hoch eingeschätzt, sodass der Nutzen einer Fremdwasserreduzierung für eine Verbesserung der Immissionssituation nur als gering bewertet wird.

Werden der Nutzwert (327) und die Sanierungskosten (59.900 € brutto) ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich das in Tabelle 98 dargestellte Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 5,46.

Tabelle 98: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse in Nordenau

Rang	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Nordenau-Kernstadt	327	59.900	**5,46**

Zusammenfassend sind in Bild 130 die in der Nutzwertanalyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in rot dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden. Das Teileinzugsgebiet Nesselbach ist unverhältnismäßig gering fremdwasserbelastet und wird daher nicht rot dargestellt.

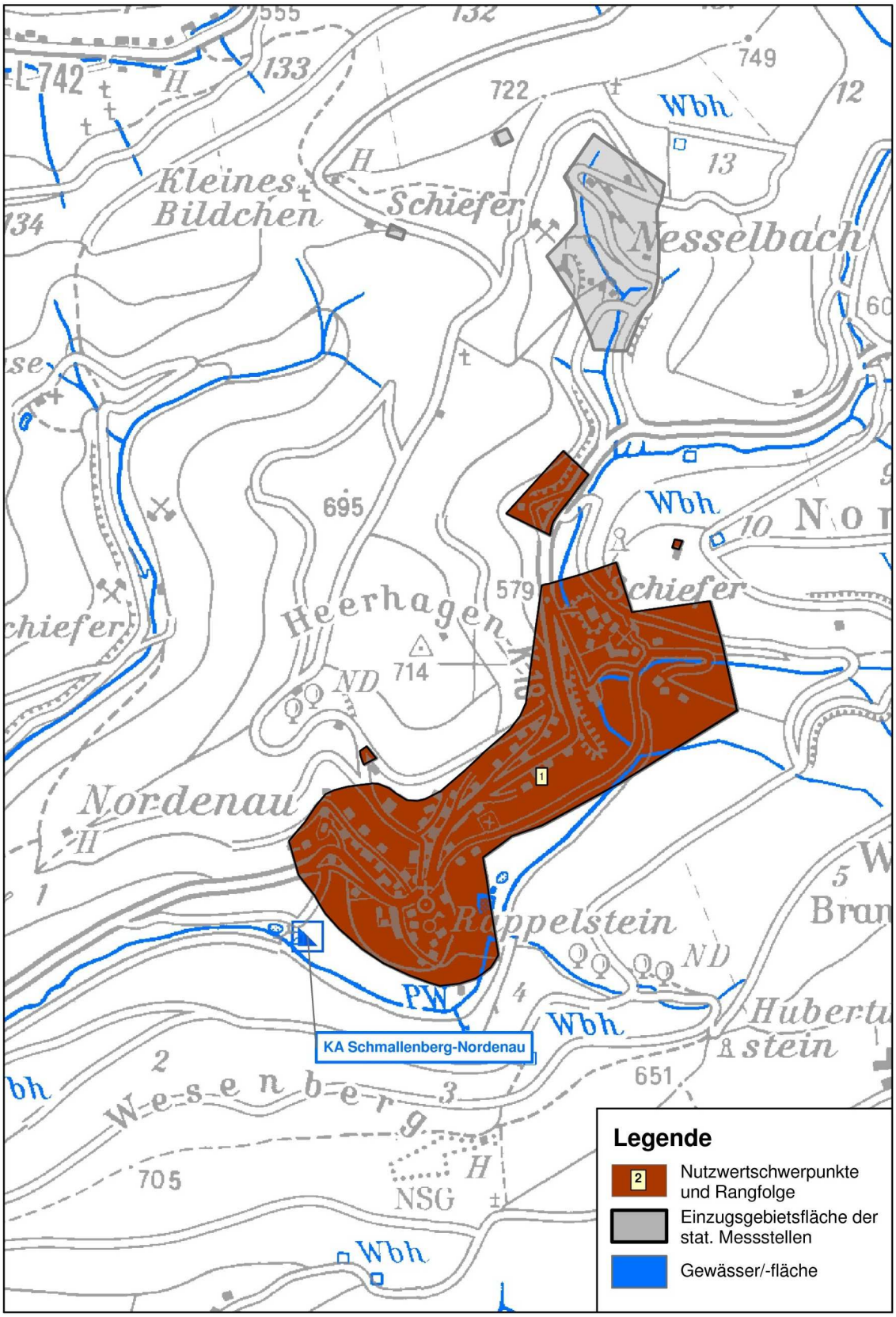


Bild 130: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

4.8 KA Schmallenberg-Westfeld

4.8.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

4.8.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Das ländliche Westfeld liegt im oberen Lennetal auf einer Höhe von 500 - 842 m ü.NN, am Fuße des Hohen Knochen, östlich vom Kernstadtbereich der Stadt Schmallenberg. Auf der KA Schmallenberg-Westfeld wird neben den Abwässern des Ortsteiles Westfeld ebenfalls das Schmutzwasser aus dem trennentwässerten östlichen Ortsteil Ohlenbach behandelt. In Bild 131 ist die Lage des Einzugsgebietes der Kläranlage auf Basis einer Topografischen Karte TK 25 dargestellt.

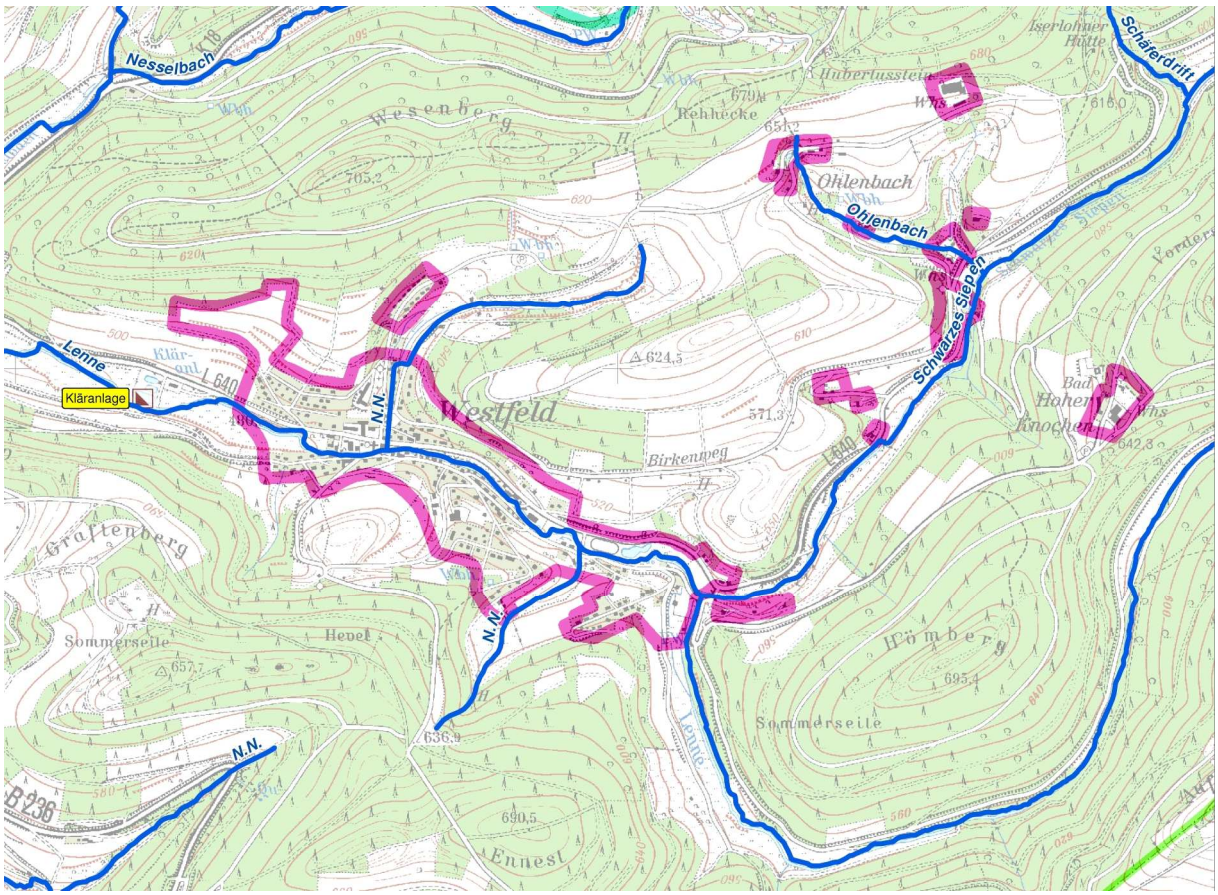


Bild 131: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld

4.8.1.2 Siedlungsentwässerung

4.8.1.2.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das kanalisierte Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld weist eine Größe von insgesamt 77 ha aus. Die befestigte Fläche beträgt 16 ha und entspricht einem mittleren Befestigungsgrad von rd. 21 %. Der Mischwasserzufluss zur Kläranlage beträgt Q_{max} = 165 l/s. Die Entwässerung erfolgt bezogen auf die kanalisierten Flächen zu 62 % im Misch- und 38 % im Trennverfahren. Größere Trennsysteme sind vornehmlich im östlich gelegenen Ohlenbach zu finden.

Der einwohnerspezifische Trinkwasserverbrauch wird im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld mit 135 l/(E · d) im Jahr 2007 angesetzt. Die Einwohnerzahl liegt bei 897 E. Industriebetriebe sind nicht ansässig, sodass kein betrieblicher Schmutzwasserabfluss angesetzt wird. Anhand der Grundlagendaten errechnet sich somit ein Schmutzwasserzufluss von 1,4 l/s.

Die mittlere jährliche Jahresniederschlagshöhe (2000 - 2006) im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld beträgt 1.245 mm/a. Diese Niederschlagshöhe ist charakteristisch für den Randbereich der Mittelgebirgsregion Sauerland und liegt damit durchschnittlich etwa 18 % über dem Mittel der betrachteten DWD-Stationen im Stadtgebiet von Schmallenberg in Höhe von 1.054 mm/a.

Kurz vor der Kläranlage am Ortsausgang von Westfeld wird der maximale Regenwetterzufluss an einem Regenüberlaufbauwerk auf den Zufluss $Q_{max.}$ = 165 l/s zur Kläranlage und dem auf dem Kläranlagengelände angeordneten Regenüberlaufbecken gedrosselt. Auf der Kläranlage sind im Anschluss an zwei belüftete Teiche zwei Schönungsteiche in der Funktion einer Nachklärung mit einem Gesamtvolumen von 2.000 m³ vorhanden.

Der im Regenwetterfall über den Bemessungszufluss der Kläranlage von 20 l/s hinausgehende Zufluss (vgl. Drosselwassermenge des vorgelagerten RÜ von $Q_{max.}$ = 165 l/s) wird in einem Fangvolumen in den belüfteten Teichen 1 und 2 durch einen Aufstau von 30 cm und einem sich daraus ergebenden Rückhaltevolumen von 600 m³ zwischengespeichert.

Zur Erhebung der Abwassergebühr wird der Frischwasserverbrauchsmaßstab angewandt. Die Stadt Schmallenberg arbeitet zz. an der Umsetzung des gesplitteten Gebührenmaßstabes.

4.8.1.2.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der Kläranlage vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der Kläranlage für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet.

In Bild 132 sind die Ergebnisse der Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse nach verschiedenen Auswertemethoden zusammen mit den jährlichen Niederschlägen über die Jahre 2000 bis 2006 dargestellt.

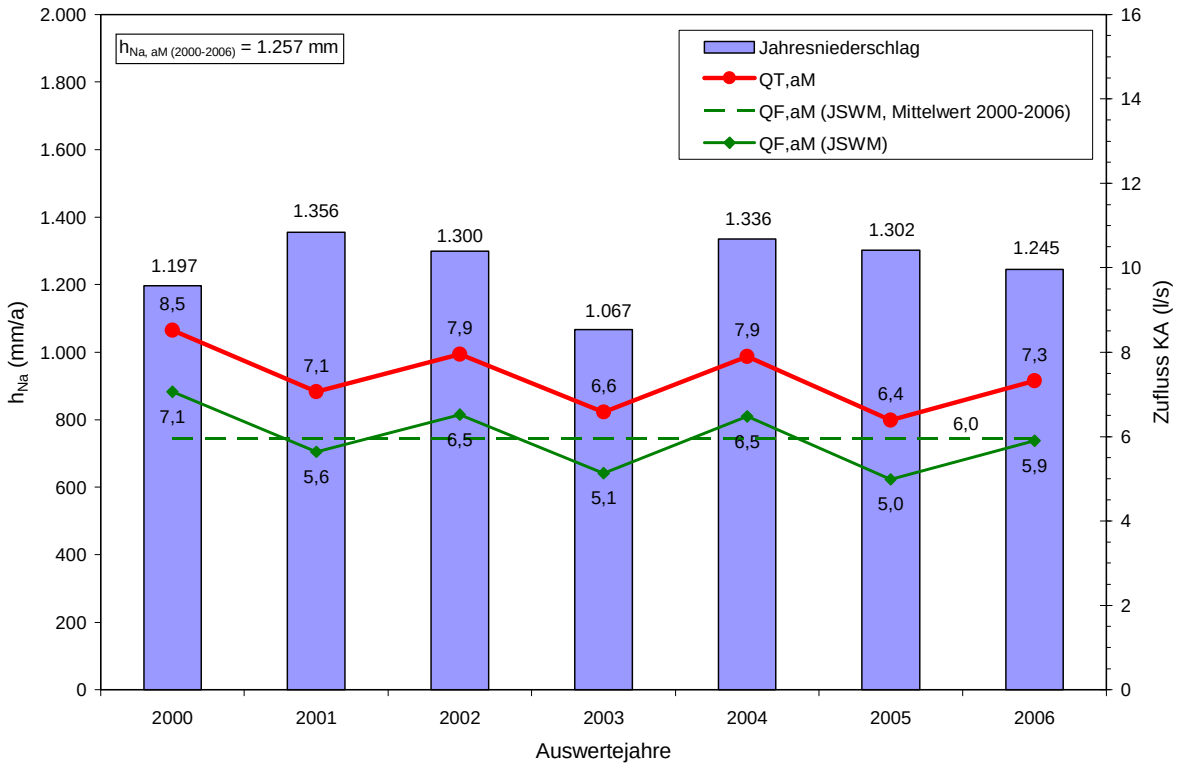


Bild 132: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg-Westfeld mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006

Es ist erkennbar, dass der Gesamtabfluss in regenreichen Jahren ebenso ansteigt wie der darin enthaltene Fremdwasserabfluss. Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses

schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 6,4 und 8,5 l/s. Der mittlere jährliche Fremdwasserzufluss zur Kläranlage nach der Jahresschmutzwassermethode variiert zwischen 5 l/s und 7,1 l/s und liegt im Mittel bei 6,0 l/s.

Die jahreszeitliche Variabilität des Fremdwasseraufkommens wird in Bild 133 und Bild 134 deutlich. Exemplarisch ist das Fremdwasseraufkommen eines nassen (2002) und eines trockenen (2003) Jahres für das gleitende 21-d Minimum dargestellt.

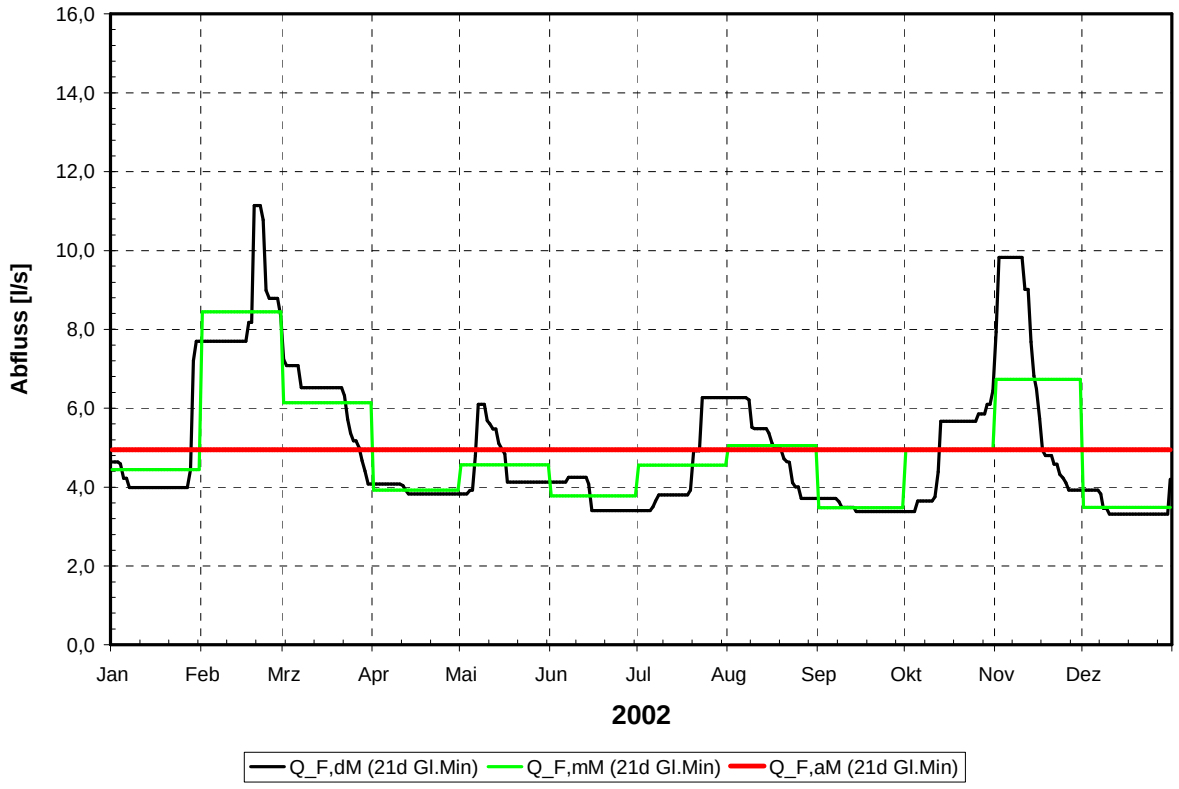


Bild 133: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Westfeld in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.300 mm

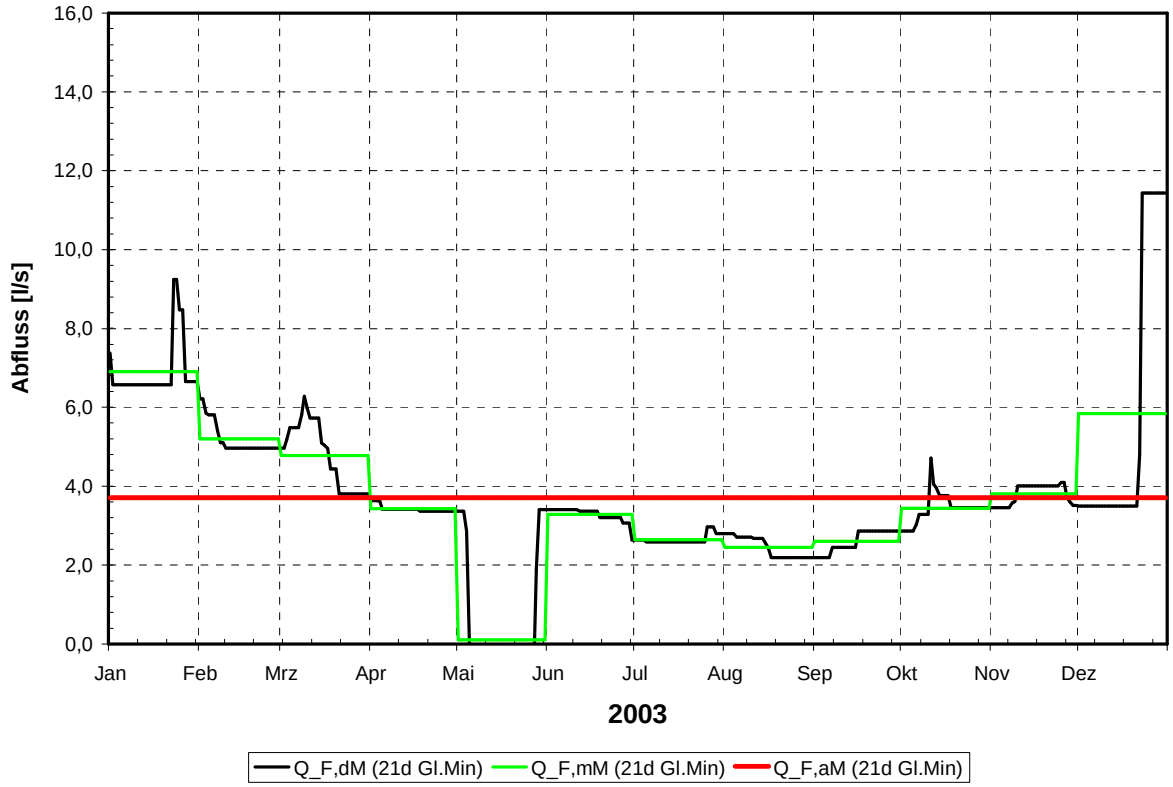


Bild 134: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Westfeld in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 1.067 mm

Im Vergleich zum mehrjährigen Mittelwert (2000 - 2006) für Fremdwasser nach der Jahresschmutzwassermethode von 6,0 l/s liegt das nasse Jahr 2002 mit 6,5 l/s darüber und das trockene Jahr mit 5,1 l/s knapp darunter. Deutlicher sind die Unterschiede in den monatlichen Mittelwerten des gleitenden 21-d Minimums erkennbar. Das trockene Jahr 2003 zeigt einen ausgeprägten fremdwasserschwachen Sommer.

Die Ursache für die jahreszeitliche Variabilität ist auf die hydrologischen Randbedingungen zurückzuführen. Durch die geringere Verdunstung im Winterhalbjahr führen die Niederschläge zu einer direkten Anreicherung des Bodenwasserhaushaltes und damit zu einem Anstieg des Grundwassers. Aufgrund dessen ist die Infiltration in die Kanalisation höher als im Sommer. Erfahrungsgemäß gehen länger andauernde Regenereignisse im Winter mit einem ausgeprägten Fremdwassernachlauf einher.

Die Kenndaten und Ergebnisse der Fremdwasservorauswertungen sind als Mittelwerte über die Jahre 2000 bis 2006 zum Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld in Tabelle 99 zusammengefasst.

Tabelle 99: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006) für das EZG der KA Schmallenberg-Westfeld

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwerte
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.245
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	231.083
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	7,3
Einwohner	E	E	913
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	135
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	1,4
Betrieblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	0,0
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	1,4
Einwohnerspez. Trockenwetterabflussspende	q_T	l/(E · d)	693
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	5,9
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Minimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	4,4
Fremdwasserabfluss (Nachtminimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	5,8
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	q_F	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,37
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	413

Die hohe einwohnerspezifische Trockenwetterabflussspende q_T = 693 l/(E · d) und der zugehörige Fremdwasserzuschlag FWZ = 413 % weisen das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld trotz der im Verhältnis geringen Abflussmengen von lediglich $Q_{T,aM}$ = 7,3 l/s als stark fremdwasserbelastet aus.

Auch die Fremdwasserabflussspende q_F bezogen auf die befestigte Fläche in den Einzugsgebieten liegt mit 0,37 deutlich über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 genannten Anhaltswert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$).

Reinigungsleistung der Kläranlage

Geringe Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage sind ein weiteres Indiz für einen erhöhten Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet. So gibt die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 [11] charakteristische Konzentrationswerte für die Parameter CSB, TKN und P an, deren Unterschreitung infolge der Verdünnung einen Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ > 100 %) darstellt. Höhere Zulaufkonzentrationen beim Parameter Nitrat (NO_3-N) deuten auf einen grundwasserbedingten Abfluss von Fremdwasser hin, da Grundwasser

infolge landwirtschaftlich genutzter Flächen i. d. R. eine entsprechende Nitratbelastung aufzeigt.

Exemplarisch sind in Tabelle 100 die Zulaufkonzentrationen der KA Schmallenberg-Westfeld über die Jahre 2002 bis 2007 zusammengestellt und den Indikatoren der DWA-Arbeitsgruppe gegenübergestellt. Mangels an Daten wurde bei den nachfolgend genannten Konzentrationswerten auch auf qualifizierte Stichproben zurückgegriffen.

Tabelle 100: Zulaufkonzentrationen zur KA Schmallenberg-Westfeld über den Zeitraum 2002 - 2007

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall nach [11]
CSB	202	249	< 400 mg/l
TKN	17,5	18,4	< 35 mg/l
P_{ges}	3,6	4,4	< 6 mg/l

Auf der KA Schmallenberg-Westfeld liegen nach den Indikatoren der DWA für alle dargestellten Parameter auffällige Verdünnungen des Abwassers infolge von Fremdwasser vor. Die gemessenen Zulaufkonzentrationen liegen in den 85-Perzentilen deutlich unter den Indikatorwerten.

Die KA Schmallenberg-Westfeld entspricht nach ihrer Zulaufbelastung der Größenklasse 2 und ist für 1.700 EW ausgebaut. Die Einleitung des gereinigten Abwassers erfolgt in die Lenne.

In Tabelle 101 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Schmallenberg-Westfeld für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 ℃) und P_{ges} im Jahr 2007 zusammengestellt.

Tabelle 101: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Westfeld im Jahr 2007

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination [%]
CSB	63
N_{ges} (≥ 12 ℃)	48
P_{ges}	31

4.8.1.2.3 Kanalnetz

Das Kanalnetz wurde zu Beginn der Messkampagne auf Basis vorliegender Pläne zu großen Teilen vom Ruhrverband digitalisiert, um so eine geeignete Basis für die durchzuführenden Messkampagnen zu schaffen.

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Das Kanalnetz ist in den letzten 10 bis 15 Jahren TV-inspiziert worden. Die Befahrungen liegen überwiegend in Form von analogen VHS-Videokassetten vor. Im Rahmen des Untersuchungsprogrammes wurden fremdwasserrelevante Haltungen erneut mit einer TV-Kamera befahren und die Ergebnisse in einem geografischen Informationssystem digital verarbeitet.

Einstau- und Entlastungssituation der Regenbecken

Das Kanalnetz verfügt mit Ausnahme des als Puffer genutzten Teichaufstaus auf der Kläranlage über keine Niederschlagswasserbehandlungsanlagen. Aufzeichnungen über die Füllstände und ein Anspringen des Notumlaufes der Kläranlage im Rückblick auf die letzten Jahre liegen nicht vor.

4.8.1.2.4 Immissionssituation der Gewässer

Der Stadtteil Westfeld liegt an der Lenne. Die KA Schmallenberg-Westfeld leitet in die Lenne ein. Die Lenne (DE_NRW_2766_104416) ist im Bereich der Einleitung als grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach des Fließgewässertyps 5 kategorisiert [42].

Die Lenne ist mäßig (Gewässergüteklasse II) belastet mit Tendenz zur Güteklasse I-II. Erst unterhalb der KA Schmallenberg wird sie in die Güteklasse II-III eingestuft [21].

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper [42] mit Einzugsgebieten > 10 km² zurückgegriffen. Darin wurden die bestehenden Belastungen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Mit Hilfe der Bestandsaufnahme soll beurteilt werden, ob es eindeutige Hinweise auf den Einfluss von Niederschlags- bzw. Abwassereinleitungen auf das Gewässer gibt.

Für die Lenne liegt im Bereich der Einleitung der Kläranlage nach Bestandsaufnahme der EU-WRRL im Ergebnisbericht Ruhr eine Einschätzung für die Zielerreichung eines guten ökologischen Zustandes vor. Hierbei wurde für die Lenne die Zielerreichung als unklar ein-

gestuft. Lediglich für die Gewässergüte und die Gewässerstruktur ist die Zielerreichung eines guten Zustandes wahrscheinlich.

4.8.1.3 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Zu Beginn des Fremdwasseruntersuchungsprogramms waren keine Fremdwasserschwerpunkte bekannt.

4.8.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

Mit den bislang vorliegenden Informationen aus der langjährigen Vorauswertung ist noch keine kleinräumige Quantifizierung und Lokalisierung des Fremdwasseranfalls möglich. Daher wurden von Januar bis Ende Juni 2007 detaillierte Kanalisationsmesskampagnen durchgeführt. Das Messprogramm und die verwendeten Messgeräte werden nachfolgend beschrieben.

4.8.2.1 Messprogramm

Im Rahmen des Messprogrammes wurden in Westfeld drei stationäre Durchflussmessgeräte, ein Regenschreiber und ein Grundwasserpegel genutzt. Das Einzugsgebiet wurde aufgrund seiner geringen Größe nicht mit einer Klimastation ausgerüstet.

4.8.2.1.1 Stationäre Durchflussmengenmessungen und Handmessungen

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde gemeinsam mit der Stadt Schmallenberg festgelegt und zwischen Anfang Dezember 2006 und Anfang Juli 2007 durchgeführt. Die Anordnung der Messstellen orientierte sich an der Struktur der Einzugsgebiete der Kläranlagen und wurde wesentlich durch die strukturellen Abschnitte von Ortslagen und Tälern bestimmt.

Im EZG der KA Schmallenberg-Westfeld wurden zu Beginn des Untersuchungsprogrammes drei stationäre Messstellen eingerichtet. Eine Verfeinerung des Untersuchungsrasters erfolgte im nachhinein über Handmesskampagnen.

In Bild 135 ist die Anordnung der Durchflussmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten und Einwohnerzahlen wurden im Rahmen der Auswertung der Messdaten bezogen auf die Anordnung der Messstellen neu erhoben. Die Abflusskenndaten der Messstellen sind in Tabelle 102 zusammengestellt.

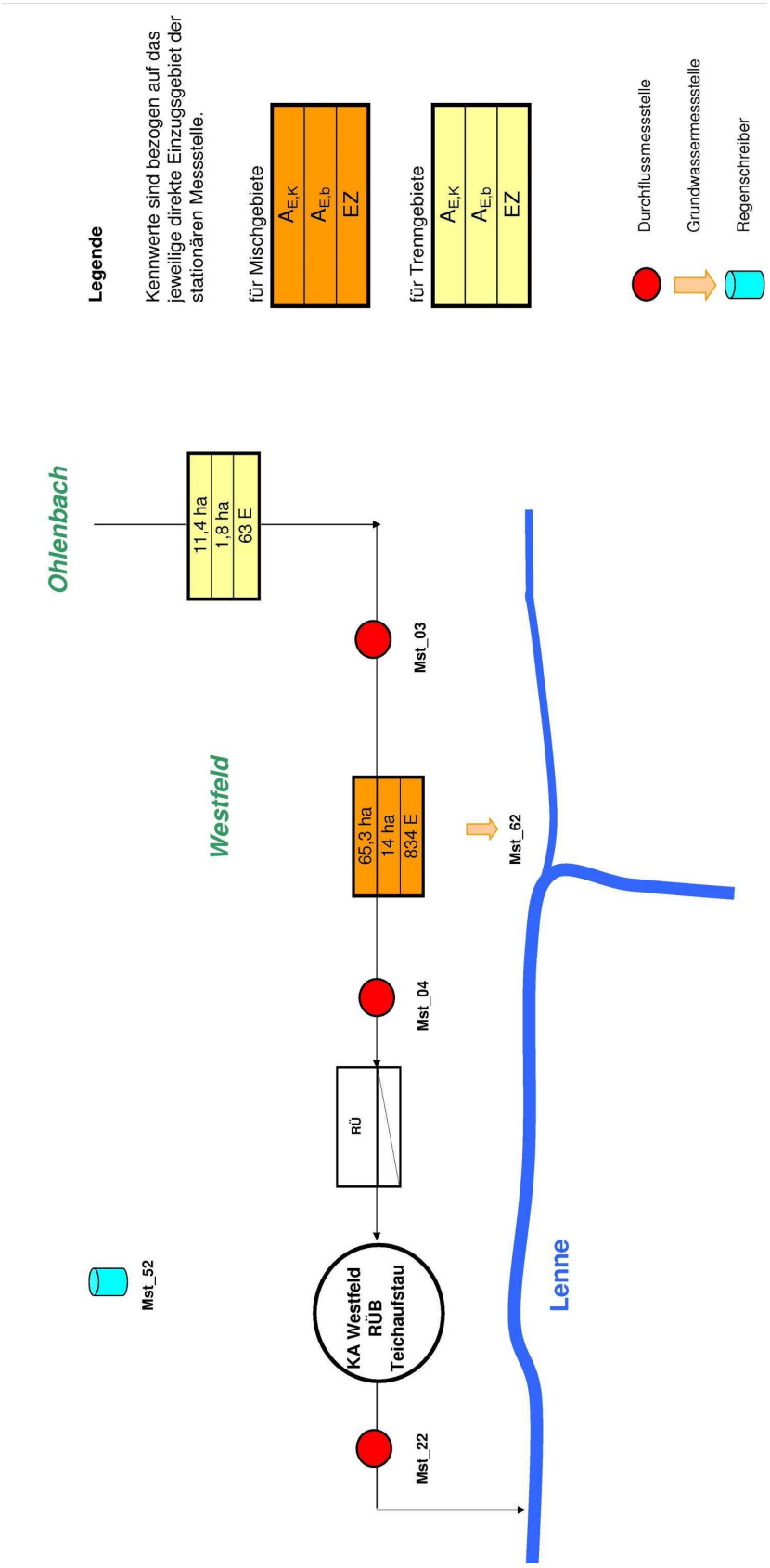


Bild 135: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen

Tabelle 102: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg-Westfeld

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	System	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
			gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_03	Zufluss Westfeld	TS	0,10	0,10	-	-	0,10	0,10
Mst_04	Zufluss KA Westfeld	MS	1,40	1,30	-	-	1,40	1,30
Mst_22	Abfluss KA Westfeld	MS	1,40	0,0	-	-	1,40	0,0

Die einzelnen Messstellen werden nachfolgend beschrieben. Die Lage der Messstellen ist unter den o. g. Messstellennummern im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

Die Messstelle Mst_03 erfasst den gesamten Abfluss des trennentwässerten Ohlenbachs nordöstlich von Westfeld. Der Ortskern von Westfeld entwässert überwiegend im Mischsystem und vermischt sich mit dem Abfluss aus Ohlenbach. Der vor der Kläranlage gelegenen Mst_04 fließt die gesamte Abwassermenge aus Wormbach zu, die Mst_21 erfasst den Abfluss der Kläranlage.

In Tabelle 103 folgt eine Auflistung aller Abflussmessungen mit Ein- und Ausbaudatum, Laufzeit und Art des Messgerätes. Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall oder durch beschädigte Messsonden, führen zu Datenlücken, sodass Mess- und Laufzeit teilweise voneinander abweichen.

Tabelle 103: Übersicht der Abflussmessungen im EZG der KA Schmallenberg-Westfeld

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_03	Zufluss Westfeld	UGSH	07.12.06	04.07.07	209	209
Mst_04	Zufluss KA Westfeld	UGSH	07.12.06	04.07.07	209	207
Mst_22	Abfluss KA Westfeld	megaloc/ MDS 3	30.01.07	04.07.07	155	101

Die gewonnenen Abflussmessdaten jeder Messstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Zunächst erfolgte eine visuelle Prüfung verschiedener Messreihen, wie z. B. Wasserstands- und Abflussmessung. Als Nächstes wurden die Messdaten durch Vergleichsmessungen kalibriert und schließlich eine Summenkontrolle der Abwassermenge nach Vereinigungen durchgeführt. Abschließend wurden alle Messstellen aufgrund ihrer Aufzeichnungsqualität bewertet.

Die Datenqualität wurde bis auf die Mst_22 als „sehr gut“ bis „gut“ eingestuft. Bei der Mst_22 konnten keine Übereinstimmungen der gemessenen Werte mit denen der Messung des Ruhrverbands erzielt werden. Die Ergebniswerte der Mst_22 werden daher nicht weiter in der Auswertung mitbetrachtet, da die Messwerte bereits während der Messperiode Unplausibilitäten zeigten. Alle Ergebniswerte beziehen sich daher auf die Messstelle Mst_04 im Zufluss zur Kläranlage.

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in Westfeld am 14.02.2007, 22.05.2007 und 27.08.2007 Handmessungen zur Erfassung des momentanen Durchflusses im Kanal durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere die Gebiete näher untersucht, die im Rahmen des Messprogramms als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert wurden. Anzumerken ist, dass der gemessene Wert nur eine Momentaufnahme des Abflusses ist. Aussagen über evtl. Niederschlagsnachläufe oder den Schmutzwassertagesgang können nicht gemacht werden.

4.8.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regenwettertagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen erforderlich. Da die Niederschlagsmenge und –intensität insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurden im Stadtgebiet Schmallenberg Regenschreiber und Klimastationen eingerichtet, die je nach ihrer Lage für die Auswertung in den unterschiedlichen Kläranlageneinzugsgebieten genutzt wurden.

Zur Erfassung der beschriebenen Messwerte wurde im Einzugsgebiet ein Regenschreiber aufgestellt. Die Lage des Messgerätes geht aus dem jeweiligen Lageplan im Anhang A hervor. In Tabelle 104 sind die Einbau- und Ausbaudaten zusammengefasst.

Tabelle 104: Überblick über die Niederschlagsmessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_52	Regenschreiber Westfeld	08.12.06	04.07.07

Neben den während der Messkampagne ausgelesenen Niederschlagsschreibern wurde zur Einordnung der Niederschlagssummen das langjährige Mittel der Jahre 1961 bis 1990 ausgewertet. Dazu wurden die Niederschlagsmessstationen im Bereich der Stadt Schmallen-

berg herangezogen. In Tabelle 105 sind die monatlichen Niederschlagshöhen und das langjährige Monatsmittel zusammengetragen.

Tabelle 105: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel

Monat	2007	1961 – 1990
	Mst_52 Regenschreiber Westfeld	DWD-Stationen Schmallenberg-Bödefeld, -Fleckenberg und -Sellinghausen (Jahresmittelwerte)
	N [mm]	N [mm]
Januar	154,6	98,7
Februar	132,5	70,6
März	104,9	86,6
April	1,6	74,2
Mai	109,5	84,7
Juni	132,7	92,2
Summe	**636**	**507**

Die Niederschlagsmenge im 1. Halbjahr liegt an ausgewählten Messstellen im Stadtgebiet von Schmallenberg nach der 30-jährigen Statistik des DWD bei 507 mm. Der Auswertezeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007 lieferte im benachbarten Westfeld mit 636 mm ca. 25 % mehr Niederschlag. Während der April außergewöhnlich trocken war, waren die übrigen Monate durchschnittlich niederschlagsreicher. So fielen im Juni 44 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel des DWD.

4.8.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Der Fremdwasseranfall wird indirekt über den Bodenwasserhaushalt und den Stand des Grundwasserspiegels beeinflusst. Höhere Grundwasserstände führen im Allgemeinen auch zu gestiegenen Fremdwasserabflüssen. Um diese Abhängigkeit erfassen zu können, wurde eine Grundwassermessstelle eingerichtet. Als Bezugspunkt für die gemessene Pegelganglinie wurde die Geländeoberkante gewählt. In Tabelle 106 sind die Ein- und Ausbaudaten zusammengestellt.

Tabelle 106: Übersicht der abgeteuften Grundwasserspiegelmessungen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau
Mst_62	Pegel Westfeld	Insider	22.01.07	04.07.07

4.8.2.1.4 Wasserstandsmessungen an Regenbecken

Im Einzugsgebiet sind mit Ausnahme des Retentionsvolumens durch den Teichaufstau auf der Kläranlage und des vorgelagerten Regenüberlaufbauwerkes keine weiteren Niederschlagswasserbehandlungsanlagen vorhanden.

4.8.2.1.5 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

In Westfeld wurden nachträglich unklare und auffällige Haltungen mit einer Kamera befahren. In Tabelle 107 sind die durchgeführten Kamerabefahrungen zusammengestellt. Die Ergebnisse der Kamerabefahrungen werden zusammen mit den Handmessungen nachfolgend ausgewertet.

Tabelle 107: Zusammenstellung der durchgeführten Kamerabefahrungen im EZG der KA Westfeld

Mst.-Nr.	Befahrung	Datum
Mst_04	Winterberger Straße	19.05.2008
	Winterberger Straße	11.06.2008

4.8.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

4.8.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld erstreckte sich vom 07.12.2006 bis 04.07.2007. Um eine Vergleichbarkeit auch mit anderen Einzugsgebieten im Stadtgebiet von Schmallenberg zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die aufgezeichneten Messgrößen Wasserstand h und Fließgeschwindigkeit v wurden in einen Durchfluss Q umgerechnet, verifiziert und auf Plausibilität geprüft. Die ursprünglichen 2-min. Daten wurden mit Hilfe der Datenbank Access um Unplausibilitäten bereinigt (z. B. Löschen von Nullwerten und Elimination von Daten, die auf außergewöhnliche Ereignisse, wie Schieberschließungen aufgrund von Handmessungen und Kamerabefahrungen, zurückzuführen waren) und auf Stundenmittelwerte verdichtet. Es wurden die Messtage eliminiert, die während Entlastungsereignissen von oberhalb der Messstelle liegenden Niederschlagswasserbehandlungsanlagen aufgezeichnet wurden. Abschließend wurden die bereinigten Daten in ein Excel-Arbeitsblatt importiert, um mit Hilfe verschiedener Auswertemethoden (s. Kapitel 2.2.2) das Fremdwasser in den Teilgebieten bestimmen zu können.

Der Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld wurde mit der Nachtminimum-Methode ermittelt. Für jede Messstelle befindet sich im Anhang B ein Auswerteblatt mit den unterschiedlichen Auswertemethoden und jeweiligen Ergebnissen.

In Tabelle 108 werden der direkte Fremdwasseranfall an jeder Messstelle und der prozentuale Fremdwasseranfall bezogen auf den Fremdwasserabfluss der Kläranlage angegeben. Weiterhin wird ergänzend bei reinen Trennsystemen an der jeweiligen Messstelle die fehlangeschlossene Fläche bzw. der Fehlanschlussgrad als Quotient aus der fehlangeschlossenen Fläche zur befestigten Fläche im Direkteinzugsgebiet in Prozent ausgewiesen.

Tabelle 108: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässerungs-verfahren	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Gesamt-fremd-wasser [%]	A_f [m^2]	FAG = $A_f/A_{E,b}$ [%]
Mst_03	Zufluss Westfeld	TS	2,5	2,5	26,9	2.613	14,5
Mst_04	Zufluss KA Westfeld	MS	9,3	6,8	73,1	-	-
Summe (KA Westfeld, Mst_04)				**9,3**	**100**	**2.613**	**14,5**

Ein Großteil des Fremdwassers (6,8 l/s, entsprechend 73 %) entsteht im mischentwässerten Innenstadtbereich von Westfeld. Der östlich vorgelagerte und durch die Messstelle Mst_03 separat erfasste trennentwässerte Ortsteil Ohlenbach erbringt 27 % (2,5 l/s) des gesamten an der Messstelle Mst_04 anfallenden Fremdwassers.

Die absolut ermittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur mittelbar etwas über die Fremdwasserverteilung in den einzelnen Gebieten aus. Eine Bewertung der Fremdwassermengen erfolgt aussagekräftiger durch den Bezug der Wassermenge auf den Schmutzwasserabfluss, die Kanalnetzlänge oder die befestigte Fläche.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 136 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasser auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet und die Flächenspende der Teilgebiete. Außerdem geben die roten Zahlen einen Überblick über die gemessene Gesamtfremdwassermenge an jeder stationären Messstelle.

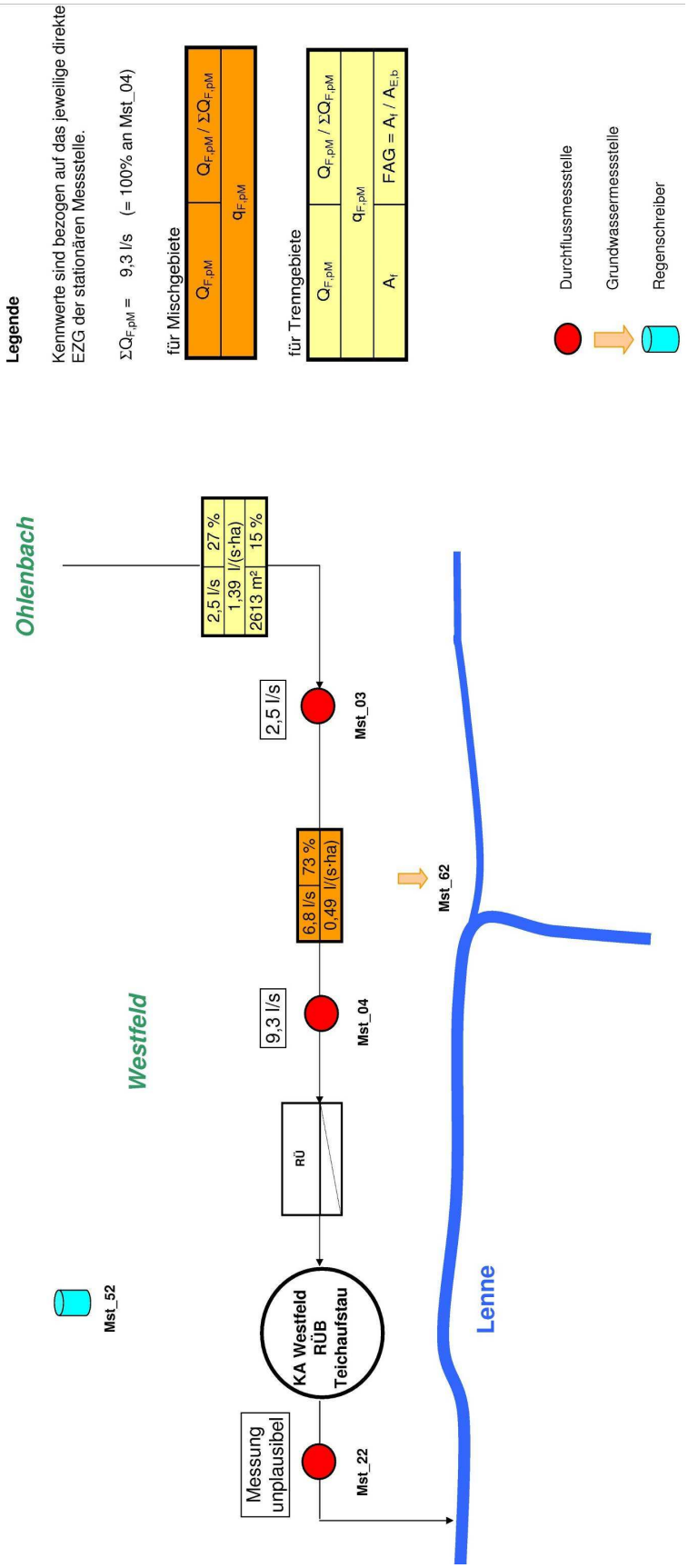


Bild 136: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld

4.8.2.2.2 Ergänzende Auswertung in trennentwässerten Einzugsgebieten

Das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld entwässert insgesamt zu 38 % im Trennsystem. Die Messstelle Mst_03 erfasst den vollständig trennentwässerten Ortsteil Ohlenbach. Bezogen auf die gesamte befestigte Fläche von Westfeld entspricht dies 14,9 %. Der Ortskern von Westfeld ist sowohl misch- als auch trennentwässert.

Für eine weitergehende Auswertung liegen ausreichende Daten nur im Einzugsgebiet der Messstelle Mst_03 vor. Für diese werden nachfolgend die Abflüsse ausgewertet.

In Trennsystemen können fehlangeschlossene Flächen dazu führen, dass Schmutzwasserkanäle hydraulisch überlastet werden. In Bild 137 ist daher die Summenhäufigkeit der Abflüsse an der Messstelle Mst_03 (Ohlenbach) dargestellt.

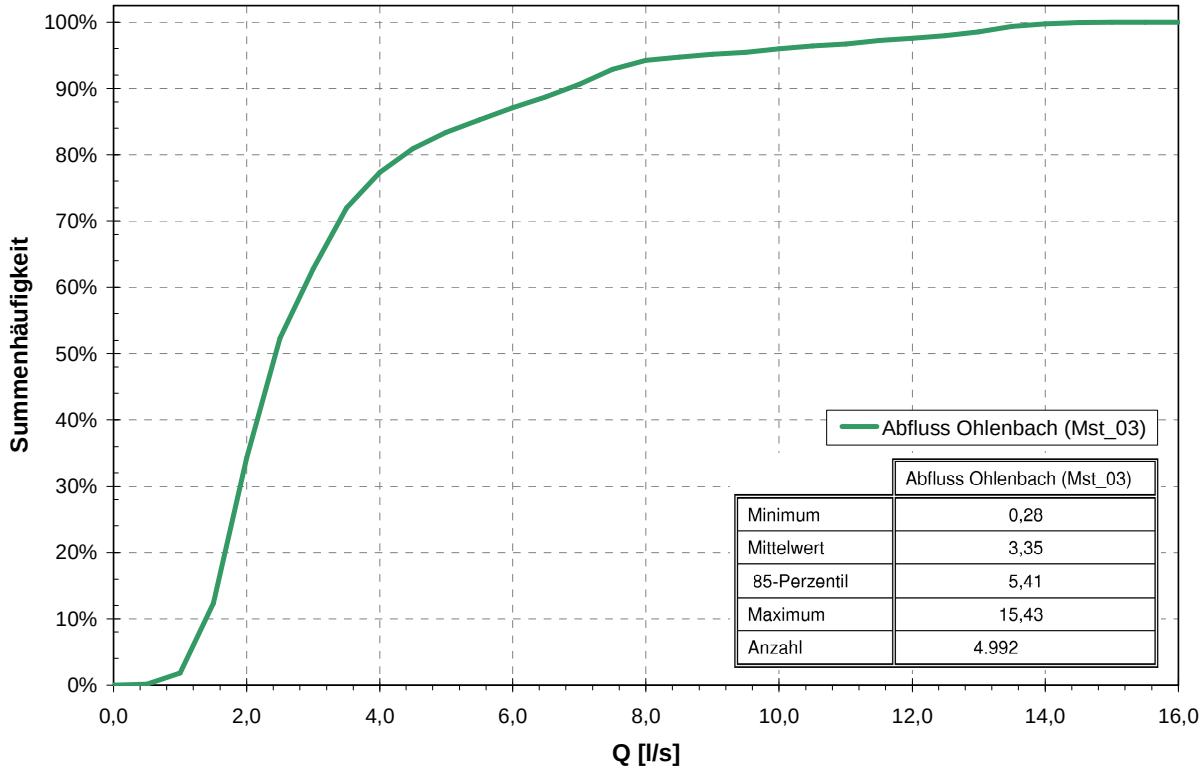


Bild 137: Summenhäufigkeitsverteilung des Abflusses von Ohlenbach (Mst_03)

Die Summenhäufigkeitsverteilung zeigt am Ortseingang von Westfeld bei den gemessenen Niederschlägen auffällige Spitzenabflüsse von bis zu 15,4 l/s bei einem 85-Perzentil von 5,4 l/s. Es ist daher davon auszugehen, dass dem Kanalisationsnetz bei Niederschlag Fremdwasser aus befestigten Flächen oder angeschlossenen Gewässern zugeleitet wird.

In Bild 138 wurde aus den Niederschlagsdaten und dem niederschlagsbedingten Fremdwasserabfluss (ohne jegliches grundwasserbedingtes Fremdwasser, Schmutzwasser und ohne Nachlaufereignisse) eine Regressionsgerade erzeugt. Aus der Steigung lässt sich die befestigte Fläche errechnen.

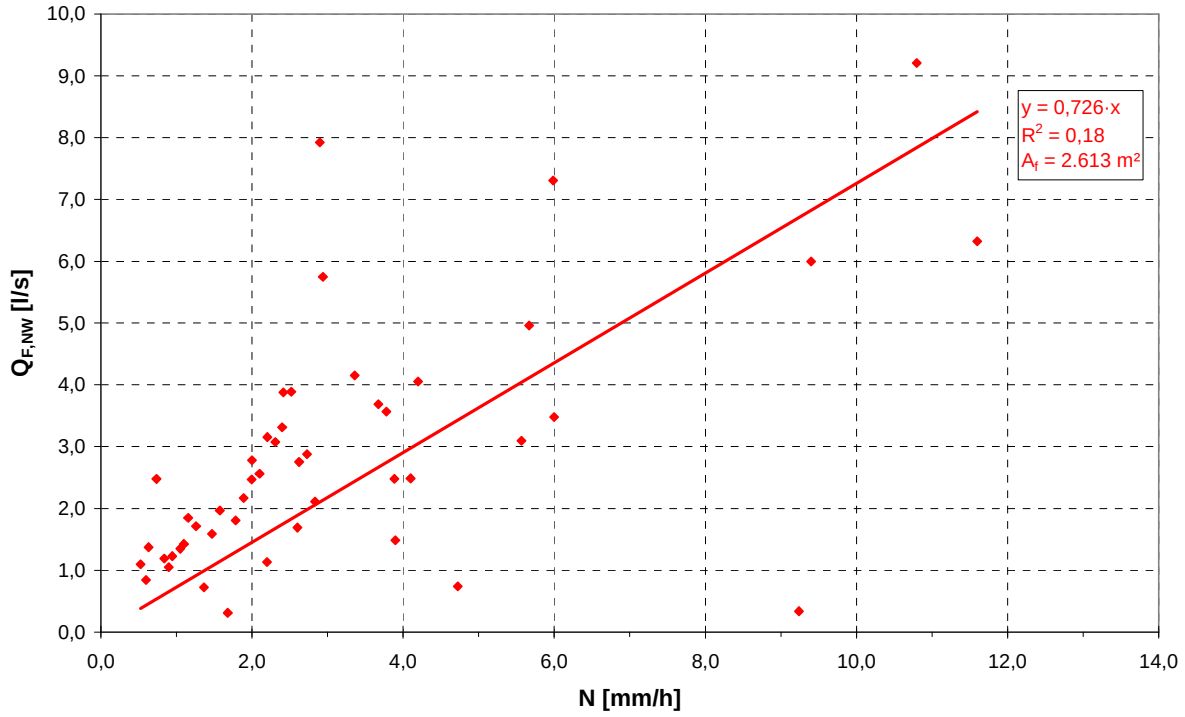


Bild 138: Ermittlung der fehlangeschlossenen Fläche im Ortsteil Ohlenbach (Mst_03)

Für das Einzugsgebiet der Messstelle Mst_03 ergibt sich eine fehlangeschlossene Fläche von 2.613 m². Unter der Annahme, dass eine fiktive Dachfläche eines fehlangeschlossenen Hauses 120 m² groß ist, wären etwa 22 Grundstücke an den Schmutzwasserkanal des Trennsystems fehlangeschlossen.

4.8.2.2.3 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden Handmessungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Für eine Aussage, in welchem Verhältnis der gemessene Wert zum ermittelten Fremdwasser (Mittelwert) im Teileinzugsgebiet steht, ist es notwendig, auch im Schacht der stationären Messstelle eine Handmessung durchzuführen.

Insgesamt wurden an 21 Punkten Handmessungen durchgeführt, die zur Absicherung der Daten teilweise auch mehrfach wiederholt wurden. Hauptschwerpunkte bildeten die Bereiche, die aufgrund der stationären Durchflussmessung Auffälligkeiten zeigten.

Die Ergebnisse der Handmesskampagnen sind als absolute Ergebnisse nicht ohne Weiteres mit denen der stationären Durchflussmengenmessstellen vergleichbar. Dies ist u. a. mit den unterschiedlichen Messgeräten und deren unterschiedlichen Kalibrierungen begründbar. Weiterhin erfassen Handmesskampagnen, sofern sie bei Trockenwetter durchgeführt wurden, den Trockenwetterabfluss an wechselnden Nachlauftagen und Tageszeiten. Hierdurch unterscheiden sich die Handmessungen in dem Anteil des erfassten Schmutzwasserabflusses und des Fremdwassernachlaufes. In erster Linie lassen sich mit den durch Handmessungen erfassten Abflüssen zwar Abflusszuwächse aufspüren, die auf Fremdwasserquellen schließen lassen, andererseits ist eine Aussage zu absoluten Mengen ohne Weiteres nicht möglich. Insbesondere bei der späteren Festlegung von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung bei lokal aufgefundenen Fremdwasserquellen sind absolute Angaben sehr hilfreich.

Nachfolgend werden die Ergebnisse, die Erfahrungen zu den lokalisierten Fremdwasserquellen und die identifizierten Schäden beschrieben, die während der Handmesskampagnen ermittelt wurden. Abschließend erfolgt eine Zusammenstellung der aufgefundenen Schäden, gemessenen Fremdwassermengen und des Reduktionspotenziales.

In Tabelle 109 sind die errechneten Fremdwasseranteile auf Basis der in Kapitel 2 beschriebenen Methode für alle durchgeführten Handmessungen als absolute Werte und als prozentualer Anteil bezogen auf die Gesamtfremdwassermenge aufgeführt. Aus der Zusammenstellung können auch die reduzierbare Fremdwassermenge und das Reduzierungspotenzial entnommen werden. Die reduzierte Fremdwassermenge wurde anhand der Vor-Ort-Untersuchungen unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit der Maßnahmen, der Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt und der Nachhaltigkeit der Sanierungsmaßnahmen abgeschätzt.

Von den in den Messkampagnen erfassten 9,3 l/s Fremdwasser können bei erfolgreicher Sanierung rd. 5,8 l/s, entsprechend 62 % Fremdwasser reduziert werden. Es verbleiben zunächst rd. 38 % Fremdwasser im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld.

Tabelle 109: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen

HMst-Nr.	Messstellenbezeichnung	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
		$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Ohlenbach					
Wf_27	Sammler aus Ohlenbach	0,0	0,0	-	-
Wf_26	Sammler aus Ohlenbach	1,8	19,4	1,8	19,4
Wf_24	Sammler aus Ohlenbach	0,2	1,7	-	-
Wf_25	Sammler aus Ohlenbach	0,3	2,9	-	-
Wf_23	Sammler aus Ohlenbach	0,0	0,0	-	-
Wf_21	Sammler aus Ohlenbach	0,0	0,0	-	-
Mst_03	Zufluss Westfeld aus Ohlenbach	0,3	2,9	-	-
Zwischensumme		**2,5**	**26,8**	**1,8**	**19,4**
TEZG Westfeld-Kernstadt					
Wf_01	Sportplatz Dränage angeschlossen	0,1	1,5	-	-
Wf_02	Fa. König Zufluss a. d. Schmittmecke	0,3	3,6	0,3	2,9
Wf_08	Park am Springbrunnen	1,8	19,5	1,5	15,6
Wf_03	Winterberger Straße Nebenstrang	0,1	0,7	-	-
Wf_07	Am Birkenstück	0,3	2,8	-	-
Wf_06	Dorfstraße 7	0,1	0,9	-	-
Wf_05b	In der Wallmecke	0,4	4,3	0,2	1,7
Wf_04	Winterberger Straße	0,0	0,0	-	-
Wf_11	Astenberger Straße 10	0,1	1,5	-	-
Wf_10	Astenberger Straße	0,3	2,7	-	-
Wf_09	Unterhalb Brücke	0,8	8,6	0,3	3,4
Wf_12	Wiese vor Mst_04	0,3	3,2	0,1	1,3
Wf_13	Wiese vor Mst_04	0,3	3,6	0,1	1,5
Mst_04	Parkplatz an der Scheune	1,9	20,4	1,5	16,3
Zwischensumme		**6,8**	**73,2**	**4,0**	**42,7**
Summe aller TEZG		**9,3**	**100,0**	**5,8**	**62,1**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall auf der KA Schmallenberg-Nordenau von 9,3 l/s

TEZG Ohlenbach

Dem Ortskern von Westfeld fließt im östlichen Stadtteil über die Messstelle Mst_03 das Abwasser aus Ohlenbach über einen langen Verbindungssammler zu. Der Sammler ist im Au-

enbereich in Fließgewässernähe in größerer Tiefe verlegt und über schmale UPONOR-Schächte zugänglich (s. Bild 139).

Die Messstelle Mst_04 zeigte bei der Auswertung insbesondere im Anschluss an Regenereignisse höhere Abflussspitzen von bis zu 15 l/s (s. Bild 137). Im Rahmen der Handmesskampagnen wurde versucht, entsprechende Eintrittsstellen von Grundwasser und Einleitungen von niederschlagsbedingtem Fremdwasser aufzufinden.

Bis auf eine Zuleitung des Hotels Waldhaus über die Handmessstelle Wf_26 waren keine Fremdwasserquellen auffindbar. Etwa 1,8 l/s (19 % des gesamten Fremdwassers auf der Kläranlage) konnten einem Teichüberlauf des Hotels Waldhaus zugeschrieben werden (s. Bild 140). Der Teichüberlauf wurde zwischenzeitlich vom Kanalnetz abgekoppelt und an einen Siepen angeschlossen.



Bild 139: UPONOR-Schacht des Schmutzwassersammlers aus Ohlenbach (27.08.2007)

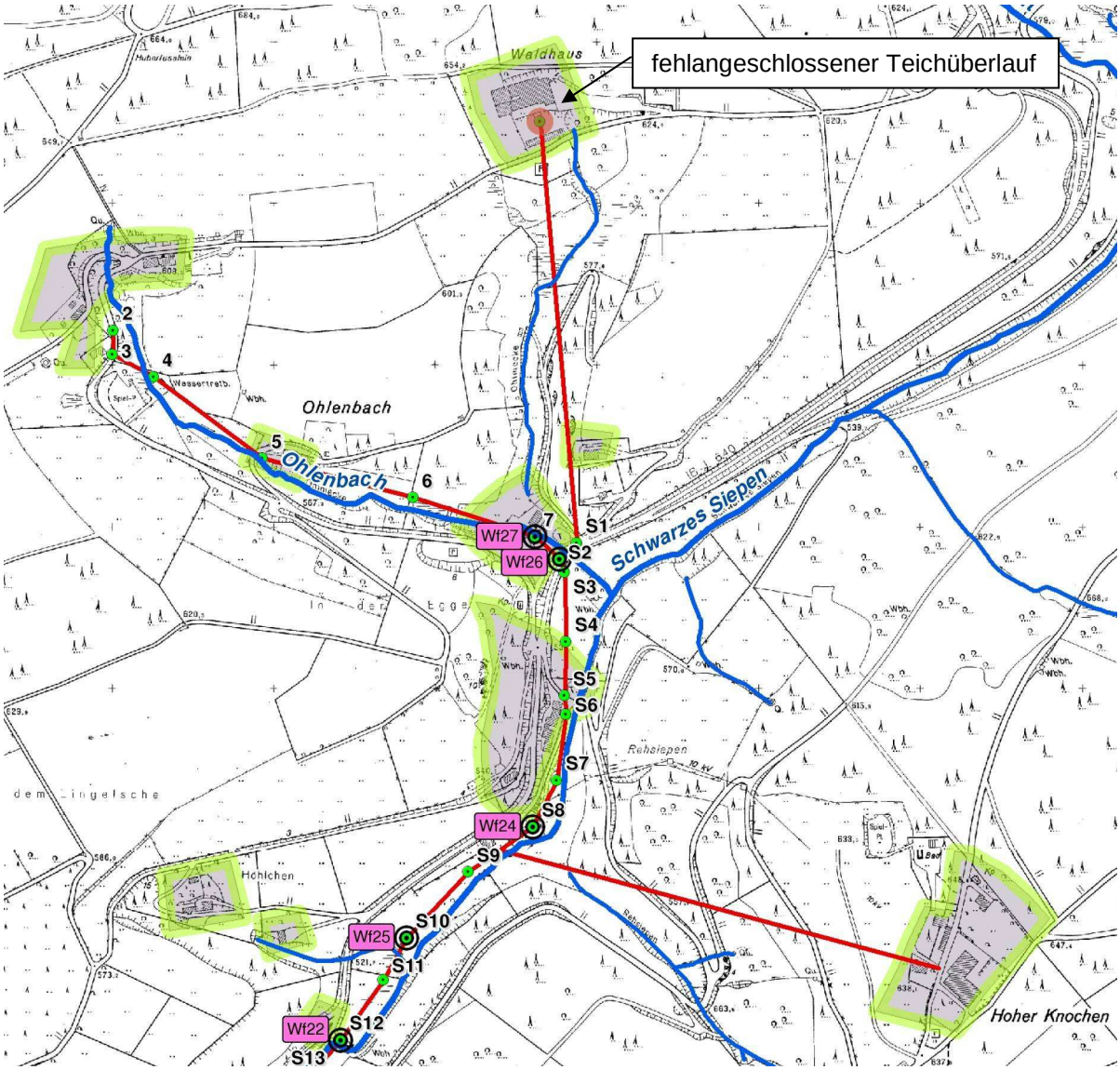


Bild 140: Fremdwasserquellen in Westfeld-Ohlenbach

TEZG Westfeld-Kernstadt

Bei den Handmesskampagnen wurden in Westfeld an verschiedenen Stellen Undichtigkeiten der Schachtbauwerke festgestellt. Zusätzlich lieferte die Auswertung der Ergebnisse der Handmessungen Vermutungen über möglicherweise eindringendes Grundwasser.

Auffällig im westlichen Bereich des Ortskernes von Westfeld (s. Bild 141) waren die Teileinzugsgebiete der Handmessstellen Wf_02, Wf_05b und Wf_08. Im östlichen Bereich Westfelds (s. Bild 142) können Fremdwasserzuflüsse im Einzugsgebiet der Handmessstelle Wf_09, im Verbindungssammler zwischen den Schächten 0 und 12 sowie im Teileinzugsgebiet vor der Messstelle Mst_04 vermutet werden.

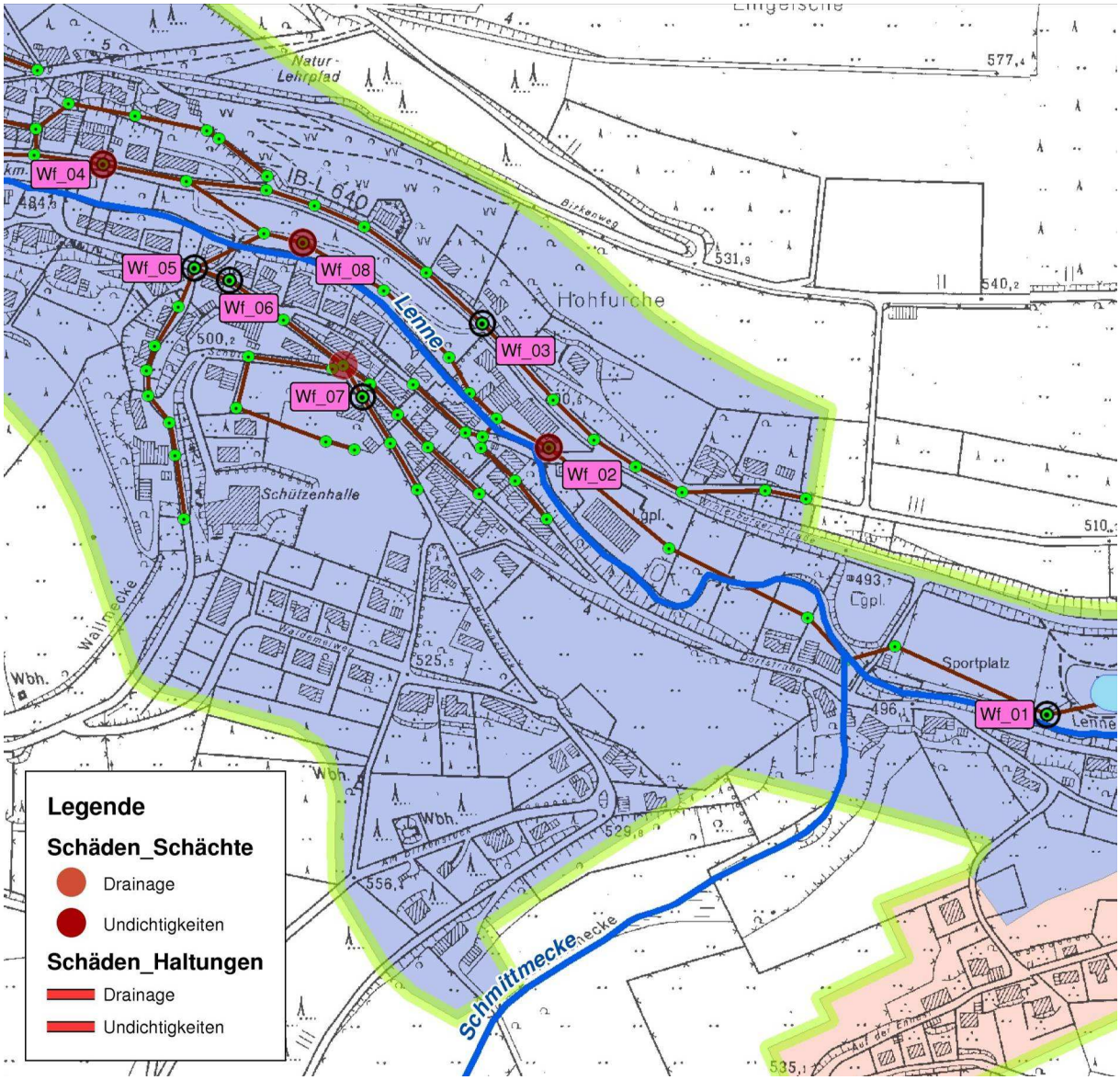


Bild 141: Westfeld-Ost

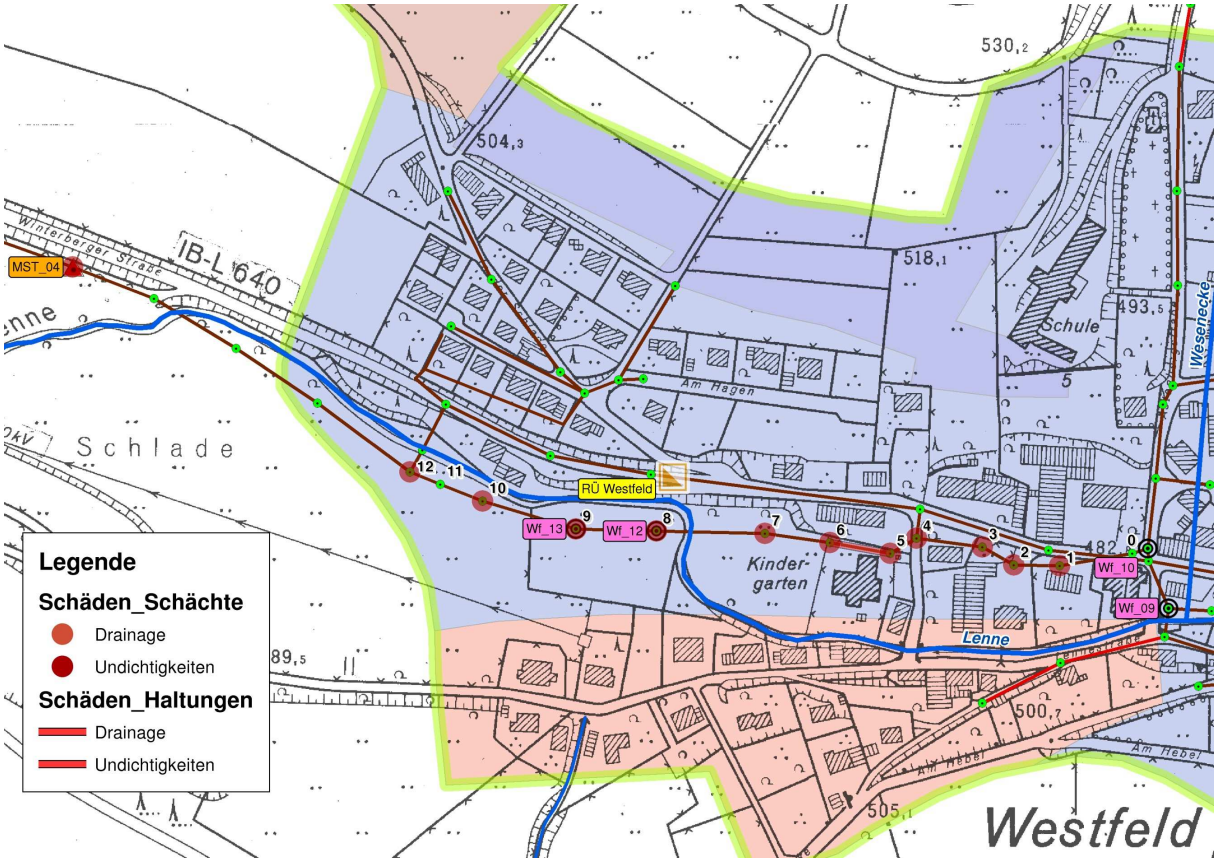


Bild 142: Westfeld-West

Die Kanalbestandsunterlagen im Ortsteil Westfeld werden zurzeit überarbeitet. Die älteren, zum Zeitpunkt der Messkampagnen vorliegenden Unterlagen waren für neuere Kamerabefahrungen nicht ausreichend, sodass zum Zeitpunkt der Berichterstellung nur ein Verbindungssammler zwischen den Schächten 0 und 12 kamerabefahren werden konnte.

Bei der Befahrung wurden zahlreiche Schachtbauwerke mit massiven Inkrustationen und Undichtigkeiten und eine schadhafte Haltung festgestellt. Die im Bereich des Sammlers liegenden Handmessstellen Wf_12 und Wf_13 zeigen ebenfalls einen erhöhten Fremdwasserzufluss. Der genannte Verbindungssammler wird auch als Fremdwasserschwerpunkt mit mindestens 7 % Anteil am gesamten Fremdwasser (ca. 0,6 l/s) herausgestellt. In Tabelle 110 und Tabelle 111 sind die entsprechenden Schäden zusammengestellt.

Im Bereich der Messstelle Mst_04 kommt es bei Niederschlägen zu einem erheblichen Eintrag von Oberflächenwasser über die Lüftungsöffnungen von Schachtdeckeln (1,9 l/s, entsprechend etwa 20 % des Gesamtfremdwassers). Mit einfachen Mitteln (bspw. einem Anheben der Schachtdeckel) kann ein Zustrom vermindert und das Niederschlagswasser in die benachbarte Lenne geleitet werden.

Alle übrigen Maßnahmen beziehen sich direkt auf die bei den Schachtbauwerken gefundenen Undichtigkeiten. Die reduzierbare Fremdwassermenge ist aufgrund der erheblichen Unsicherheiten in der Lokalisierung von weiteren möglichen Fremdwasserquellen entsprechend konservativ eingeschätzt.

Tabelle 110: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen von Westfeld

Straße	Haltungsnummer	Schadensbeschreibung
Winterberger Straße	zwischen Schacht 5 und 6	Rohrverbindung im Abzweig undicht
		einragender und undichter Stutzen

Tabelle 111: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Westfeld

Straße	Schachtnummer/ Handmessstelle	Schadensbeschreibung
Winterberger Straße	Schacht nach Mst_03	Schacht undicht, ständiger Wasserzufluss aus privatem Anschluss (s. Bild 143)
Winterberger Straße	Wf_02	Schacht undicht
Birkenhang/Dorfstraße	-	Schacht undicht
Winterberger Straße	-	Schacht undicht
Winterberger Straße	Wf_08	Schacht und Rohranbindung undicht (s. Bild 144)
Winterberger Straße	Wf_12 (Schacht 8)	Schacht undicht
Winterberger Straße	Wf_13 (Schacht 9)	Schacht undicht
Winterberger Straße	Schächte 3, 5, 7, 12	Undichtigkeiten
Winterberger Straße	Schächte 1, 2, 4, 6, 10	massive Inkrustationen, Undichtigkeiten (s. Bild 145)
Winterberger Straße	Mst_04	eindringendes Oberflächenwasser (s. Bild 146)



Bild 143: Undichter Schacht Nr. 13 hinter Messstelle Mst_03 mit eindringendem Grundwasser



infiltrierendes Grundwasser
durch undichten Schachtring



undichte Rohranbindung an den Schacht

Bild 144: Undichtigkeiten im Schacht bei Handmessstelle Wf_08 in Westfeld



Schacht 1 bis Schacht 0 bei 1,66 m
(Grundwassereintritt und Verockerungen im Seitenanschluss)



Schacht 5 bis Schacht 6 bei 38,33 m



Schacht 5 bis Schacht 6 bei 24,74 m

Bild 145: Beispiele für massive Verockerungen im Mischwasserkanal in Westfeld (Winterberger Str.)



Bild 146: Zutritt von Oberflächenwasser im Bereich der Messstelle Mst_04 über Schachtdeckelöffnungen bei Niederschlägen

4.8.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die bisherigen Fremdwasserangaben repräsentieren lediglich den Messzeitraum der 1. Jahreshälfte 2007. Die bisher gesammelten Erfahrungen zeigen, dass der Jahresbeginn in der Regel einen höheren Fremdwasserabfluss aufweist als der Rest des Jahres. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den Jahren der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der letzten Jahre (2000 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 112 dokumentiert.

Tabelle 112: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 bis 2007 für die KA Schmallenberg-Westfeld

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis Jan - Juni zum Jahresmittel
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	
2000	8,0	9,8	10,9	5,7	4,7	3,9	4,4	4,0	4,1	4,8	5,8	5,2	7,2 l/s	5,9 l/s	1,21
2001	5,4	6,6	7,2	6,2	3,9	2,9	2,8	2,6	5,1	4,5	4,6	5,3	5,3 l/s	4,7 l/s	1,13
2002	4,4	8,4	6,1	3,9	4,6	3,8	4,6	5,1	3,5	5,0	6,7	3,5	5,2 l/s	5,0 l/s	1,05
2003	6,9	5,2	4,8	3,4	0,1	3,3	2,6	2,5	2,6	3,4	3,8	5,8	3,9 l/s	3,7 l/s	1,07
2004	7,1	6,2	4,3	4,7	4,4	3,2	3,6	3,1	2,5	3,3	3,3	3,1	5,0 l/s	4,1 l/s	1,23
2005	5,7	5,3	4,0	4,4	3,7	2,6	2,1	3,2	1,9	2,0	3,0	5,1	4,3 l/s	3,6 l/s	1,20
2006	3,6	3,8	4,8	5,0	5,1	3,4	2,4	3,2	2,9	2,5	4,3	5,0	4,3 l/s	3,8 l/s	1,12
2007	**9,3**	**7,0**	**6,3**	**3,0**	**3,6**	**3,9**	**4,3**	**5,0**	**5,5**	**4,1**	**5,4**	**5,5**	**5,5 l/s**	**5,3 l/s**	**Messjahr 1,05**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,13

Dieser Quotient dient zur Einordnung des 1. Halbjahres zum Gesamtjahr. Im Mittel liegt der langjährige Faktor Halb- zu Ganzjahr bei 1,13 und zeigt, dass im 1. Halbjahr geringfügig höhere Infiltrationen im Kanalnetz gemessen wurden. Die nachträgliche Auswertung für das Jahr 2007 ergab einen Faktor von 1,05 und liegt damit bei einer Abweichung von nur -7,1 % in der Größenordnung des langjährigen Mittels.

Mit dem Verhältniswert 1,05 werden in einem nächsten Schritt alle Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen und der Handmesskampagnen auf einen Ganzjahreswert 2007 skaliert.

Die Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet bleibt dabei unverändert, wohingegen die absolute Fremdwassermenge in den einzelnen Teilgebieten größer wird. Zur besseren Darstellung folgt in Bild 147 das bereits bekannte Fließschema mit den umgerechneten Jahresmittelwerten in den einzelnen Teilgebieten.

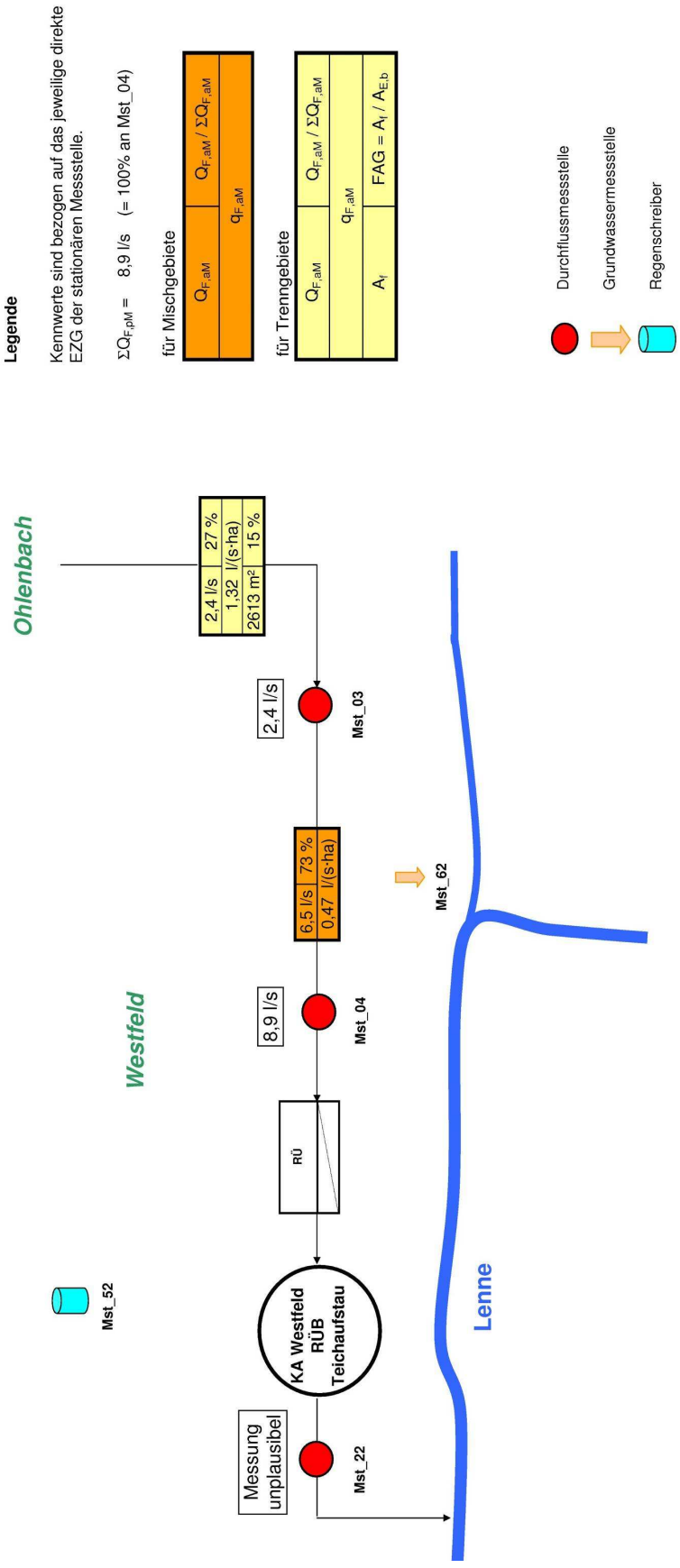


Bild 147: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Schmallenberg-Westfeld (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007)

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist. Dazu zeigt Tabelle 113 eine Übersicht, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes, die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Tabelle 113: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen in Schmallenberg-Westfeld

Bezeichnung	Messzeitraum Jan - Juni 2007	2007	reduzierbares Fremdwasser (bezogen auf die Mst_04)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
Ohlenbach, Mst_03	2,5	2,4	1,7	19,4
Westfeld-Kernstadt, Mst_04	6,8	6,5	3,8	42,7
Summe (Mst_04)	**9,3**	**8,9**	**5,5**	**62,1**

Insgesamt lassen sich durch die im Anschluss aufgeführten Sanierungsmaßnahmen im Jahresmittel ca. 5,5 l/s, entsprechend 62 % des Fremdwassers auf der KA Westfeld reduzieren.

4.8.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

4.8.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser und Schätzung von Einzelkosten

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation müssen die lokalisierten Fremdwasserquellen im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld möglichst zeitnah beseitigt werden. In Zusammenarbeit mit der Stadt Schmallenberg wurden für die entdeckten Schäden Sanierungsmöglichkeiten und Kosten ermittelt.

TEZG Ohlenbach

Im Teileinzugsgebiet Ohlenbach wird der aufgefundene Teichablauf zurzeit bereits von privater Hand abgekoppelt und einem Siepen zugeführt. Weitere Maßnahmen werden hier nicht angesetzt. Als Kosten werden hierfür überschläglich 500 € angesetzt, da ausreichende Gefälleverhältnisse vorhanden sind.

Nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen empfiehlt es sich zu prüfen, ob weitere fehlangeschlossene Flächen in das Schmutzwasserkanalnetz entwässern oder ob sich die Abflussspitzen verringert haben.

TEZG Westfeld-Kernstadt

Aus den Handmesskampagnen und der Analyse der TV-Befahrungen ergaben sich Schadensbilder, denen entsprechende Sanierungsverfahren und Kosten zugeordnet werden konnten. Die Kosten wurden auf Basis der Arbeitshilfen Abwasser 2007 [2] für die Haltungen (s. Tabelle 114) und Schächte (s. Tabelle 115) abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

Tabelle 114: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen von Westfeld

Straße	Haltungs-nummer	Haltungs-länge	Schadensbeschreibung	Sanierungs-verfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Winterberger Straße	zwischen Schacht 5 und 6	39,3 m	Rohrverbindung im Abzweig undicht	Injektion und Partliner	800
			einragender und undichter Stutzen	Injektion und Partliner	800
Summe					**1.600**

Tabelle 115: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Westfeld

Straße	Schachtnummer/ Handmessstelle	Schadensbeschreibung	Sanierungs-verfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Winterberger Straße	Schacht nach Mst_03	Schacht undicht, ständiger Wasserzufluss aus privatem Anschluss (s. Bild 143)	Injektion und PU-Beschichtung	2.800
Winterberger Straße	Wf_02	Schacht undicht	Injektion und PU-Beschichtung	800
Birkenhang/ Dorfstr.	-	Schacht undicht	Injektion und PU-Beschichtung	800
Winterberger Straße	-	Schacht undicht	Injektion und PU-Beschichtung	800
Winterberger Straße	Wf_08	Schacht und Rohranbin-dung undicht (s. Bild 144)	Injektion und PU-Beschichtung	800
Winterberger Straße	Wf_12 (Schacht 8)	Schacht undicht	Injektion und PU-Beschichtung	800
Winterberger Straße	Wf_13 (Schacht 9)	Schacht undicht	Injektion und PU-Beschichtung	800
Winterberger Straße	Schächte 3, 5, 7, 12	Undichtigkeiten	Injektion und PU-Beschichtung	3.100
Winterberger Straße	Schächte 1, 2, 4, 6, 10	massive Inkrustationen, Undichtigkeiten (s. Bild 145)	Injektion und PU-Beschichtung	3.900
Winterberger Straße	Mst_04	eindringendes Oberflä-chenwasser (s. Bild 146)	Injektion und PU-Beschichtung	500
Summe				**15.100**

Abschließend folgt in Tabelle 116 eine Übersicht der geplanten Gesamtkosten in Höhe von 17.200 € für gesamt Westfeld. Für den Ortsteil Ohlenbach wurden pauschal 500 € angesetzt. Im Ortskern von Westfeld werden für die Sanierung von undichten Schachtbauwerken Kosten in Höhe von 15.100 € brutto erforderlich, für die Sanierung der Haltung 1.600 € brutto.

Tabelle 116: Zusammenfassung der Sanierungskosten in Schmallenberg-Westfeld

Teileinzugsgebiet	Sanierungskosten [€] brutto	
Ohlenbach (privat)	500	
Westfeld-Kernstadt	16.700	
- Sanierung Schächte		15.100
- Sanierung Haltungen		1.600
Summe	**17.200**	

4.8.3.2 Alternative Maßnahmenkonzepte

Neben den oft aufwendigen und kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen im Kanalnetz können alternative Maßnahmen beim Betrieb der Regenbecken und Regenüberläufe die Mischwasseremissionen kurzfristig reduzieren.

Im Rahmen der neuen Erfassung des Kanalbestandes von Westfeld besteht die Möglichkeit, weitere Fremdwasserquellen aufzufinden und durch geeignete Maßnahmen abzukoppeln.

Im Rahmen der im Anschluss des Untersuchungsvorhabens durchzuführenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) werden detaillierte modelltechnische Betrachtungen zu den möglichen alternativen Maßnahmenkonzepten vorgenommen.

4.8.4 Bewertung

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetz- und Kläranlagenemissionen sowie auf die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Fremdwasserschwerpunkte beurteilt.

Für das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld wurden zwei Fremdwasserschwerpunktgebiete aufgestellt. Eine weitere Unterteilung wurde aufgrund der Größe des Gebietes nicht vorgenommen.

Somit ergibt sich eine Bewertungsmatrix, die im Anhang C dokumentiert ist. Für das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld können im Ortskern von Westfeld 355 Punkte und im Ortsteil Ohlenbach 216 Punkte in der Nutzwertanalyse erreicht werden. In Tabelle

117 und Bild 148 sind die Ergebnisse der Nutzwertermittlung tabellarisch bzw. grafisch zusammengestellt.

Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Tabelle 117: Nutzwert des EZG der KA Schmallenberg-Westfeld

Rang	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
		Abwasserabgabenrelevanz	Fremdwasserreduzierung	Kanalnetzemissionen	Kläranlagenemissionen	Immissionssituation	**Summe**
1	Westfeld-Kernstadt	150	26	67	96	16	**355**
2	Westfeld-Ohlenbach	90	42	0	68	16	**216**

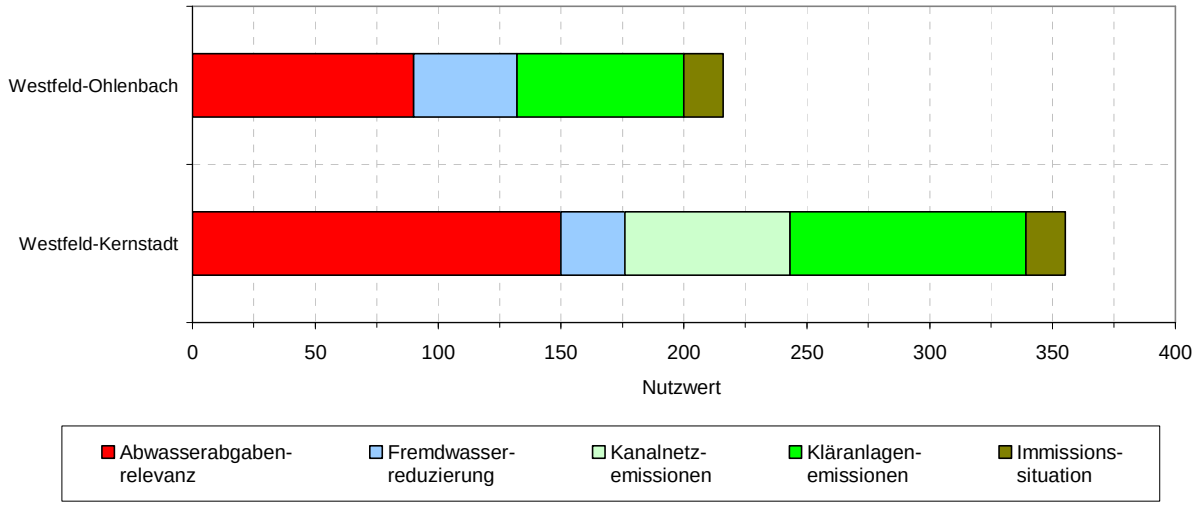


Bild 148: Zusammenstellung der Nutzwerte für Westfeld

Bei einer Fremdwasserreduzierung verringert sich die Jahresschmutzwassermenge anteilig, sodass eine signifikante Einsparung bei der zu zahlenden Abwasserabgabe zu erwarten ist. Im Ortsteil Ohlenbach fällt die Fremdwasserreduzierung mit 16 % geringer aus als im Ortskern von Westfeld (37 %). Dennoch erzielen sowohl Ohlenbach mit 90 und der Ortskern Westfelds mit 150 Punkten insgesamt einen hohen Nutzwert für die Einsparung an Abwasserabgabe.

Durch das hohe Gefälle des Sammlers in Ohlenbach und die oberirdische Ableitung des Teichüberlaufs ist davon auszugehen, dass keine nennenswerte Veränderung des Grundwasserspiegels stattfinden wird. Im Ortskern von Westfeld zeigen jedoch die undichten Schächte und Verockerungen eindringendes Grundwasser, sodass bei einer erfolgreichen Sanierung der Grundwasserpegel durchaus ansteigen und zu Vernässungen führen kann. Dies ist jedoch im Einzelfall genauer zu untersuchen.

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Westfeld waren in trennentwässerten Einzugsgebieten keine Notentlastungen, hydraulische Überlastungen des Schmutzwasserkanalnetzes oder mangelnde Spülwirkungen bekannt. Auch der vor der Kläranlage vorhandene Regenüberlauf zeigte bei einer Weiterleitungswassermenge von Q_{max} = 165 l/s kein auffälliges Abschlagsverhalten. Vor diesem Hintergrund wurden die entsprechenden Kriterien zurückhaltend bewertet.

Die Berechnungen des im System erforderlichen Gesamtspeichervolumens nach A 128 zeigen, dass nach einer Fremdwasserreduzierung kein weiteres Volumen zur Niederschlagswasserbehandlung gebaut werden muss. Das auf der Kläranlage vorhandene Rückhaltevolumen von 600 m³ über einen Teichaufstau ist auch nach der Fremdwasserreduzierung ausreichend.

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers eine Verbesserung der Reinigungsleistung erzielt werden. Basis war hierbei eine Eliminationsleistung der KA Schmallenberg-Westfeld im Jahr 2007 von 63 % beim Parameter CSB, 48 % beim Gesamtstickstoff und 31 % beim Parameter Gesamtphosphor. Bedingt durch die nur geringen Fremdwassermengen im System und die vormals eher niedrigen Wirkungsgrade bei der Kläranlage verbessert sich die Reinigungsleistung bei einer Fremdwasserreduzierung vermutlich um mehrere Prozentpunkte.

Eine Beurteilung der Immissionssituation wird für die obere Lenne vorgenommen. Die Lenne zeigt im Bereich der Kläranlageneinleitung eine Gewässergüteklasse von II mit Tendenzen zu I-II. Werden die Emissionen aus der KA Schmallenberg-Westfeld reduziert, so kann davon ausgegangen werden, dass sich diese Tendenzen verstärken. Insofern wurde infolge einer Fremdwasserreduzierung eine Verbesserung der Gewässergüteklasse um eine halbe Stufe angesetzt.

Das Selbstreinigungsvermögen der Lenne im Bereich des Ortsteiles Schmallenberg-Westfeld wird als hoch eingeschätzt, sodass der Nutzen einer Fremdwasserreduzierung für eine Verbesserung der Immissionssituation nur als gering bewertet wird.

Werden die Nutzwerte und die Sanierungskosten ins Verhältnis gesetzt, ergeben sich die in Tabelle 118 dargestellten Nutzwert-Kosten-Verhältnisse. Für den Ortsteil Ohlenbach liegt das Nutzwert-Kosten-Verhältnis mit 432 an erster Stelle, da es sich um eine kleine Maßnahme mit großem Erfolg handelt. Die Maßnahme wurde zwischenzeitlich bereits ausgeführt.

Für den Ortskern von Westfeld ergibt sich bei einem Nutzwert von 355 und Kosten von 16.700 € brutto ein hohes Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 21,3.

Tabelle 118: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse in Westfeld

Rang	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Westfeld-Ohlenbach	216	500	**432**
2	Westfeld-Kernstadt	355	16.700	**21,3**

Zusammenfassend sind in Bild 149 die in der Nutzwertanalyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in rot dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden.

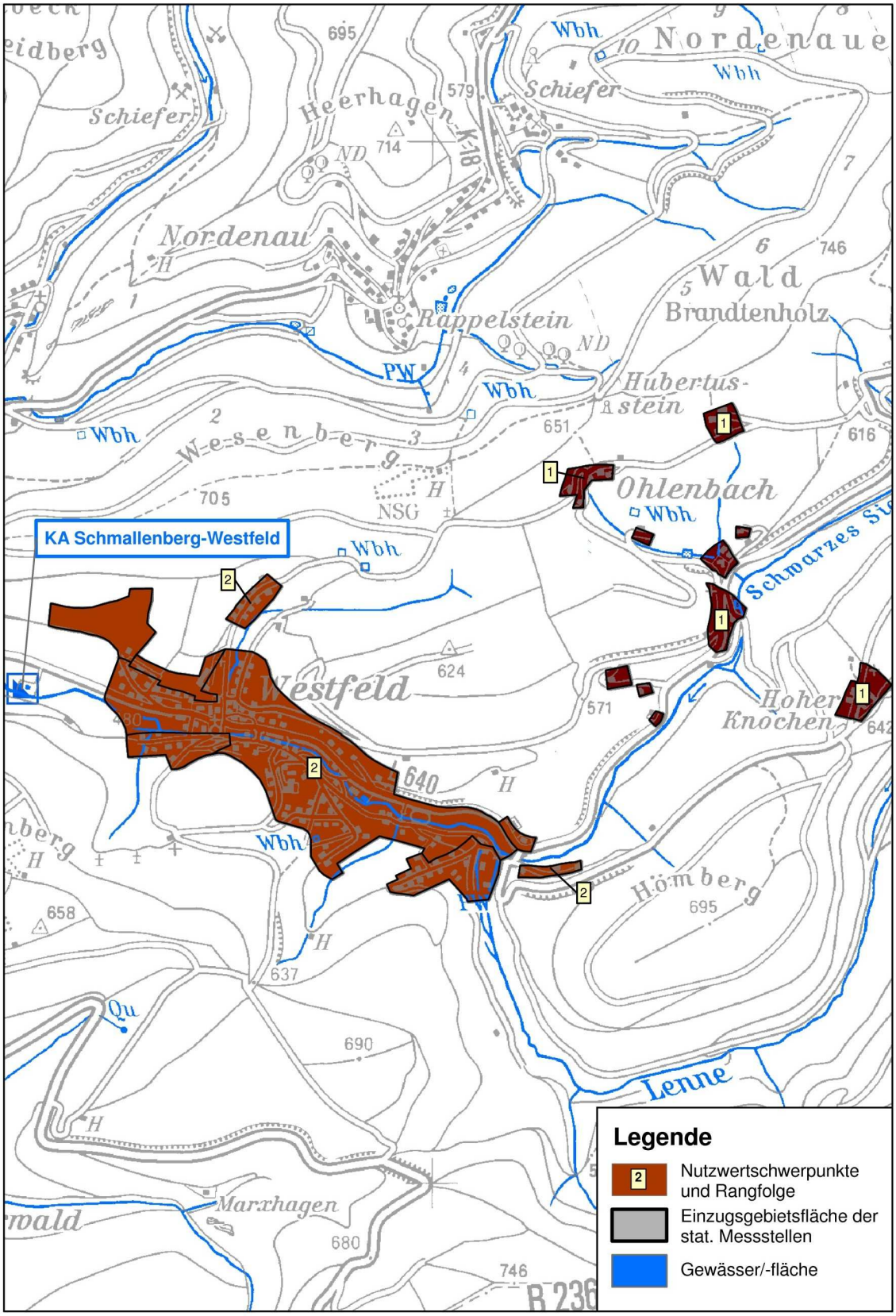


Bild 149: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

4.9 KA Schmallenberg-Wormbach

4.9.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

4.9.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Im Westen des Untersuchungsgebietes befindet sich der Ortsteil Wormbach. Der sehr kompakte ländlich geprägte Ort entwässert komplett zur KA Schmallenberg-Wormbach. Das Einzugsgebiet ist weitestgehend durch Wohnbebauungen und einige landwirtschaftliche Betriebe geprägt. In Bild 150 ist die Lage des Einzugsgebietes der Kläranlage auf Basis einer Topografischen Karte TK 25 dargestellt.

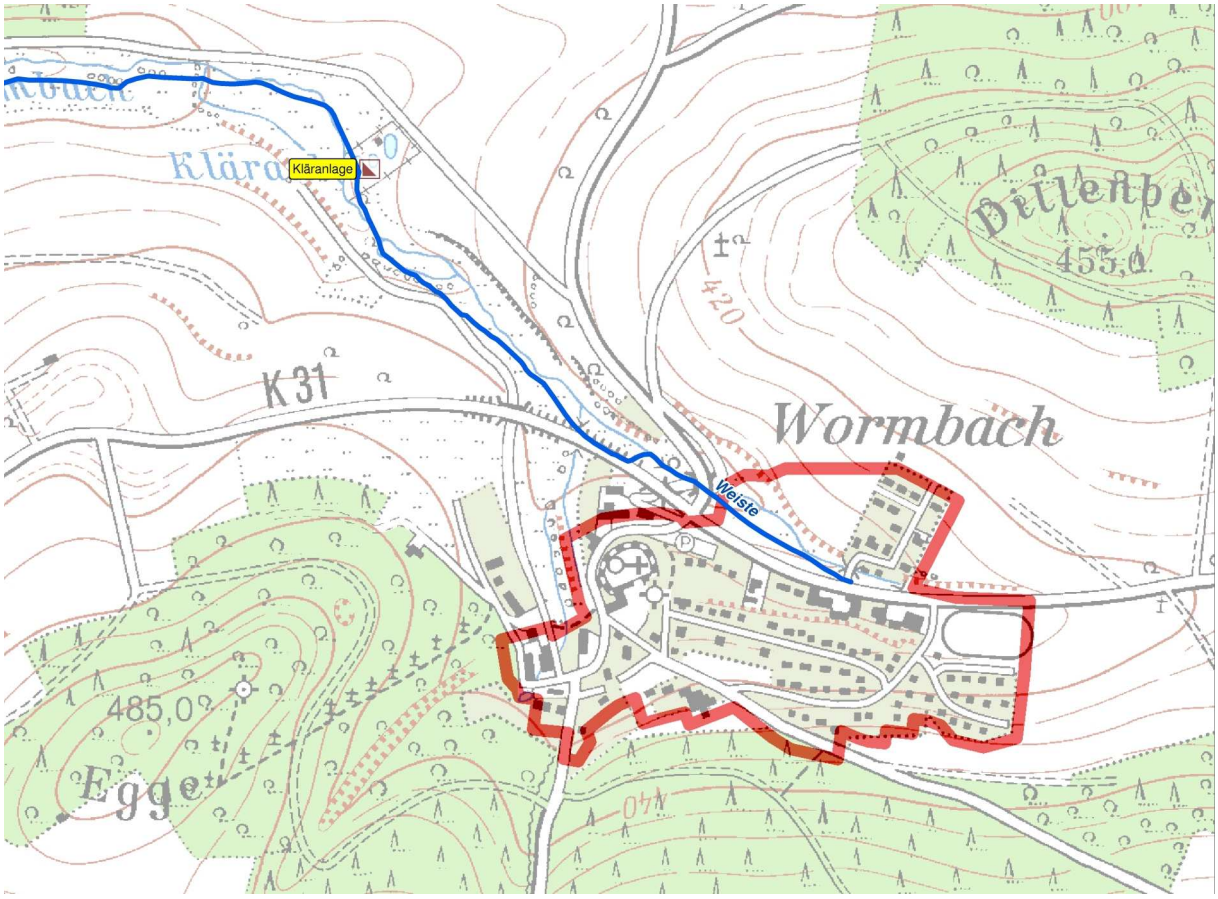


Bild 150: Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach

4.9.1.2 Siedlungsentwässerung

4.9.1.2.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das kanalisierte Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach weist eine Größe von insgesamt 19 ha aus. Die befestigte Fläche beträgt 7 ha und entspricht einem mittleren Befesti-

gungsgrad von rd. 37 %. Der Mischwasserzufluss zur Kläranlage beträgt Q_M = 22 l/s. Die Entwässerung erfolgt zu 7 % im Misch- und 93 % im Trennverfahren, wobei vereinzelt noch Regenwasserkanäle an die Kläranlage angeschlossen sind. Mischentwässert ist insbesondere das Neubaugebiet Neue Ennest im Südosten von Wormbach.

Der einwohnerspezifische Trinkwasserverbrauch wird im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach mit 130 l/(E · d) im Jahr 2007 angesetzt. Die Einwohnerzahl liegt bei 388 E. Industriebetriebe sind nicht ansässig, sodass kein betrieblicher Schmutzwasserabfluss angesetzt wird. Anhand der Grundlagendaten errechnet sich somit ein Schmutzwasserzufluss von 0,6 l/s.

Die mittlere jährliche Jahresniederschlagshöhe im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach beträgt 1.148 mm/a über die Jahre 2000 - 2006. Diese Niederschlagshöhe ist charakteristisch für den Randbereich der Mittelgebirgsregion Sauerland und liegt damit durchschnittlich etwa 9 % über dem Mittel der betrachteten DWD-Stationen im Stadtgebiet von Schmallenberg in Höhe von 1.054 mm/a.

Das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach verfügt über einen kurz vor der Kläranlage gelegenen Stauraumkanal (SK Wormbach) und ein RÜB in Form eines Teichaufstaus auf der Kläranlage. Das zur Verfügung stehende Behandlungsvolumen beträgt insgesamt 178 m^3 (SK Wormbach 62 m^3 und RÜB Teichaufstau 116 m^3). Dies entspricht einem spezifischen Speichervolumen V_s = 25 m^3/ha bezogen auf die befestigte Fläche im Mischsystem.

Zur Erhebung der Abwassergebühr wird der Frischwasserverbrauchsmaßstab angewandt. Die Stadt Schmallenberg arbeitet zz. an der Umsetzung des gesplitteten Gebührenmaßstabes.

4.9.1.2.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der Kläranlage vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der Kläranlage für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet.

In Bild 151 sind die Ergebnisse der Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse nach verschiedenen Auswertemethoden zusammen mit den jährlichen Niederschlägen über die Jahre 2000 bis 2006 dargestellt.

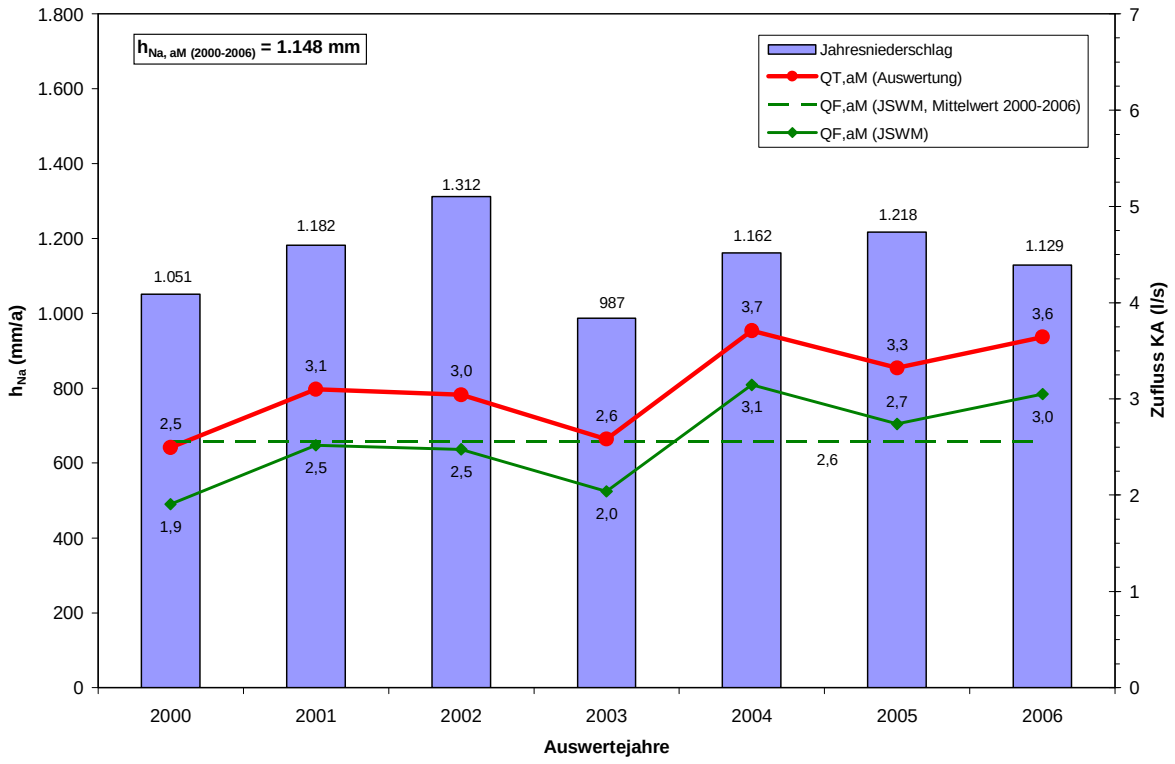


Bild 151: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Schmallenberg-Wormbach mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006

Es ist erkennbar, dass der Gesamtabfluss in regenreichen Jahren ebenso ansteigt wie der darin enthaltene Fremdwasserabfluss. Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 2,5 und 3,7 l/s. Der mittlere jährliche Fremdwasserzufluss zur Kläranlage nach der Jahresschmutzwassermethode variiert zwischen 1,9 l/s und 3,1 l/s und liegt im Mittel bei 2,6 l/s.

Die jahreszeitliche Variabilität des Fremdwasseraufkommens wird in Bild 152 und Bild 153 deutlich. Exemplarisch ist das Fremdwasseraufkommen eines nassen (2004) und eines trockenen (2003) Jahres für das gleitende 21-d Minimum dargestellt.

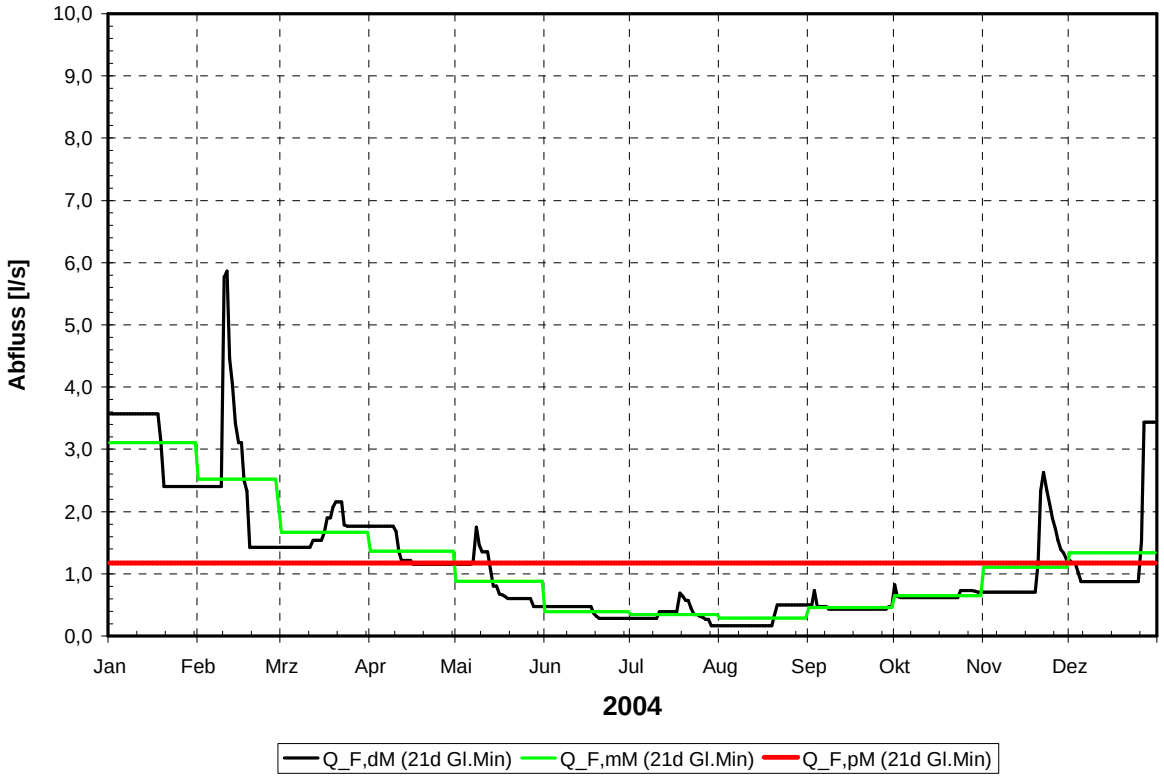


Bild 152: **Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Wormbach in einem nassen Jahr 2004 mit h_{Na} = 1.162 mm**

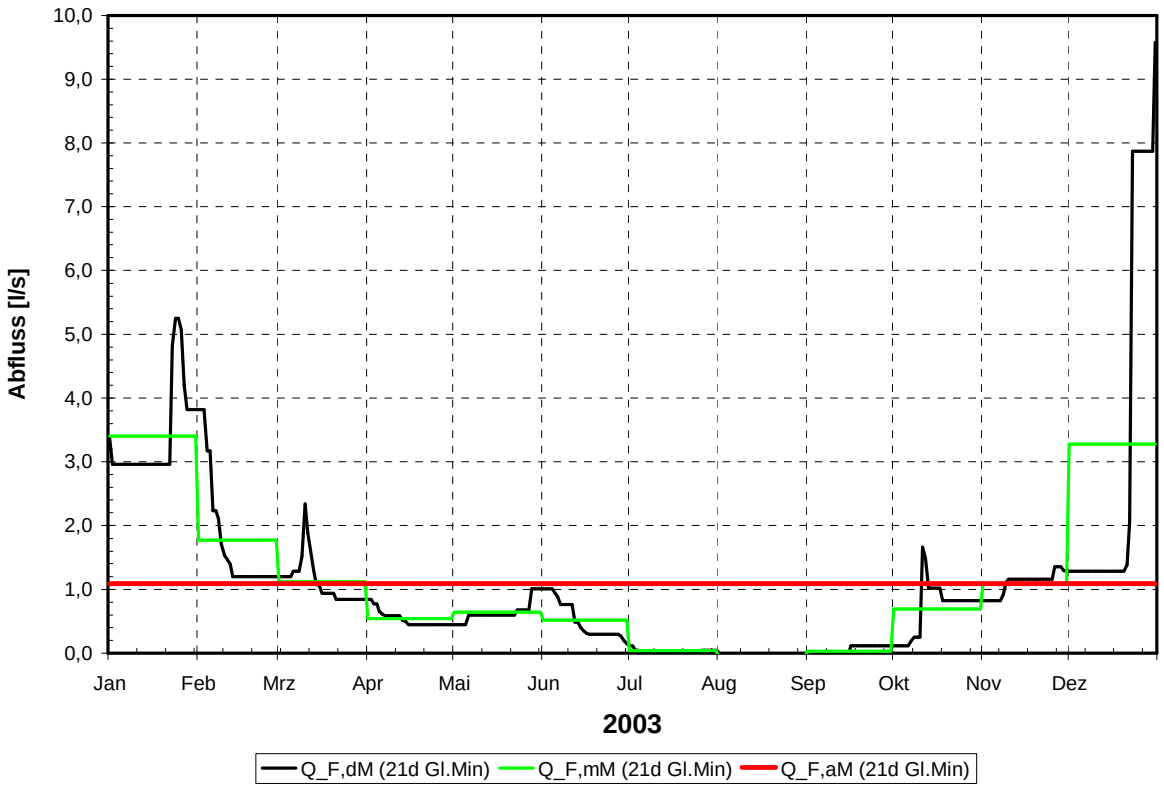


Bild 153: Jahresgang des Fremdwasserzuflusses zur KA Schmallenberg-Wormbach in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 987 mm

Im Vergleich zum mehrjährigen Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2006 für Fremdwasser nach der Jahresschmutzwassermethode von 2,6 l/s liegt das nasse Jahr 2004 mit 3,1 l/s darüber und das trockene Jahr mit 2,0 l/s darunter. Deutlicher sind die Unterschiede in den monatlichen Mittelwerten des gleitenden 21-d Minimums erkennbar. Das trockene Jahr 2003 zeigt einen ausgeprägten fremdwasserschwachen Sommer.

Die Ursache für die jahreszeitliche Variabilität ist auf die hydrologischen Randbedingungen zurückzuführen. Durch die geringere Verdunstung im Winterhalbjahr führen die Niederschläge zu einer direkten Anreicherung des Bodenwasserhaushaltes und damit zu einem Anstieg des Grundwassers. Aufgrund dessen ist die Infiltration in die Kanalisation höher als im Sommer. Erfahrungsgemäß gehen länger andauernde Regenereignisse im Winter mit einem ausgeprägten Fremdwassernachlauf einher.

Die Kenndaten und Ergebnisse der Fremdwasservorauswertungen sind als Mittelwerte über die Jahre 2000 bis 2006 zum Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach in Tabelle 119 zusammengefasst.

Tabelle 119: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006) für das EZG der KA Schmallenberg-Wormbach

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwerte
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.148
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	98.643
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	3,1
Einwohner	E	E	382
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	130
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	0,6
Betrieblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	0,0
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	0,6
Einwohnerspez. Trockenwetterabflussspende	q_T	l/(E · d)	708
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	2,6
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Minimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	1,4
Fremdwasserabfluss (Nachtminimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	2,7
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	q_F	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,39
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	444

Die hohe einwohnerspezifische Trockenwetterabflussspende q_T = 708 l/(E · d) und der zugehörige Fremdwasserzuschlag FWZ = 444 % weisen das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach trotz der im Verhältnis geringen Abflussmengen von lediglich $Q_{T,aM}$ = 3,1 l/s als stark fremdwasserbelastet aus.

Auch die Fremdwasserabflussspende q_F bezogen auf die befestigte Fläche in den Einzugsgebieten liegt mit 0,39 deutlich über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 genannten Anhaltswert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$).

Reinigungsleistung der Kläranlage

Geringe Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage sind ein weiteres Indiz für einen erhöhten Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet. So gibt die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 [11] charakteristische Konzentrationswerte für die Parameter CSB, TKN und P an, deren Unterschreitung infolge der Verdünnung einen Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ > 100 %) darstellt. Höhere Zulaufkonzentrationen beim Parameter Nitrat (NO_3-N) deuten auf einen grundwasserbedingten Abfluss von Fremdwasser hin, da Grundwasser

infolge landwirtschaftlich genutzter Flächen i. d. R. eine entsprechende Nitratbelastung aufzeigt.

Exemplarisch sind in Tabelle 120 die Zulaufkonzentrationen der KA Schmallenberg-Wormbach über die Jahre 2002 bis 2007 zusammengestellt und den Indikatoren der DWA-Arbeitsgruppe gegenübergestellt. Mangels an Daten wurde bei den nachfolgend genannten Konzentrationswerten auch auf qualifizierte Stichproben zurückgegriffen.

Tabelle 120: Zulaufkonzentrationen zur KA Schmallenberg-Wormbach über den Zeitraum 2002 - 2007

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall nach [11]
CSB	184	241	< 400 mg/l
TKN	16,6	20,0	< 35 mg/l
P_{ges}	2,3	2,9	< 6 mg/l

Auf der KA Schmallenberg-Wormbach liegen nach den Indikatoren der DWA für alle dargestellten Parameter auffällige Verdünnungen des Abwassers infolge Fremdwasser vor. Die gemessenen Zulaufkonzentrationen liegen in den 85-Perzentilen deutlich unter den Indikatorwerten.

Die KA Schmallenberg-Wormbach entspricht nach ihrer Zulaufbelastung der Größenklasse 1 und ist für 450 EW ausgebaut. Die Einleitung des gereinigten Abwassers erfolgt in die Weiste.

In Tabelle 121 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Schmallenberg-Wormbach für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 °C) und P_{ges} im Jahr 2007 zusammengestellt.

Tabelle 121: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Schmallenberg-Wormbach

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination 2007 [%]	Ersatzweise: mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination 2006 [%]
CSB	67	65
N_{ges} (≥ 12 °C)	- *)	11
P_{ges}	23	29

*) Aufgrund einer zu geringen Gesamtheit an Messdaten bei Temperaturen (≥ 12 °C) kann im Jahr 2007 keine Angabe zum Wirkungsgrad gemacht werden. Ersatzweise werden zur Orientierung auch die Wirkungsgrade für das Jahr 2006 aufgeführt.

4.9.1.2.3 Kanalnetz

Das Kanalnetz wurde zu Beginn der Messkampagne auf Basis vorliegender Pläne zu großen Teilen vom Ruhrverband digitalisiert, um so eine geeignete Basis für die durchzuführenden Messkampagnen zu schaffen.

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Das Kanalnetz ist in den letzten 10 bis 15 Jahren TV-inspiziert worden. Die Befahrungen liegen überwiegend in Form von analogen VHS-Videokassetten vor. Im Rahmen des Untersuchungsprogrammes wurden fremdwasserrelevante Haltungen erneut mit einer TV-Kamera befahren und die Ergebnisse in einem geografischen Informationssystem digital verarbeitet.

Einstau- und Entlastungssituation der Regenbecken

Für den SK Wormbach liegen rückblickend keine Aufzeichnungen über Einstaudauer und Entlastungshäufigkeiten vor. Erstmals mit Beginn der Messkampagne wurde der Stauraumkanal mit einer Wasserstandsmessung ausgestattet.

4.9.1.2.4 Immissionssituation der Gewässer

Der Stadtteil Wormbach liegt im Einzugsbereich der Weiste und der Wenne. Die Kläranlage leitet in die Weiste (Wurmbach) ein, die wiederum in die Wenne fließt. Die Wenne ist ein Nebengewässer der Ruhr.

Die Weiste als kleiner Talauebach im Grundgebirge ist ebenso wie die Wenne (DE_NRW_27616_12530) im Bereich des Zuflusses der Weiste als grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach des Fließgewässertyps 5 klassifiziert [42].

Die Wenne liegt im Wechsel der Güteklassen I-II und II. Im Bereich der Einleitung der KA Schmallenberg-Wormbach ist die Wenne mit einer Gewässergüteklasse I-II gering belastet [21].

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper [42] mit Einzugsgebieten > 10 km² zurückgegriffen. Darin wurden die bestehenden Belastungen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Mit Hilfe der Bestandsaufnahme soll beurteilt werden, ob es eindeutige Hinweise auf den Einfluss von Niederschlags- bzw. Abwassereinleitungen auf das Gewässer gibt.

Für die Wenne liegt im Bereich der Einleitung der Weiste nach Bestandsaufnahme der EU-WRRL im Ergebnisbericht Ruhr eine Einschätzung für die Zielerreichung eines guten ökologischen Zustandes vor. Für die Weiste wurden keine Abschätzungen getroffen.

Hierbei wurde für die Wenne im betrachteten Abschnitt die Zielerreichung als unklar eingestuft. Lediglich für die Gewässergüte und die Gewässerstruktur ist die Zielerreichung eines guten Zustandes bei beiden Gewässern wahrscheinlich.

Im Rahmen der Schmutzfrachtberechnung für die KA Schmallenberg-Wormbach wurden vom Ruhrverband Mischwassereinleitungen in die Weiste im Einzugsgebiet der Kläranlage einer orientierenden gewässerökologischen Untersuchung unterzogen [37].

Hierbei wurden an vier Probestellen (jeweils ober- und unterhalb der Einleitungsstellen des RÜB/KA KA Schmallenberg-Wormbach und des SK Wormbach) im Bereich Gewässerstrukturgüte die Kenngrößen Sohlstruktur und Querprofil sowie – basierend auf diesen Größen und unter Berücksichtigung von Zuflüssen und deren Naturnähe sowie von Wanderhindernissen – das Wiederbesiedlungspotenzial (WBP) im Sinne vom BWK-M3 ermittelt. Das WBP wird als zusätzliche Qualitätskomponente für den jeweiligen Gewässerabschnitt betrachtet. Weiter wurden die Ergebnisse einer orientierenden limnologischen Betrachtung untersucht.

Zusammenfassend waren alle untersuchten Parameter unauffällig, sodass zum Zeitpunkt der Untersuchung im Jahr 2005 keine wesentlichen Defizite erkannt wurden.

4.9.1.3 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Zu Beginn des Fremdwasseruntersuchungsprogramms waren keine Fremdwasserschwerpunkte bekannt.

4.9.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

Mit den bislang vorliegenden Informationen aus der langjährigen Vorauswertung ist noch keine kleinräumige Quantifizierung und Lokalisierung des Fremdwasseranfalls möglich. Daher wurden von Januar bis Ende Juni 2007 detaillierte Kanalisationsmesskampagnen durchgeführt. Das Messprogramm und die verwendeten Messgeräte werden nachfolgend beschrieben.

4.9.2.1 Messprogramm

Im Rahmen des Messprogrammes wurden in Wormbach drei stationäre Durchflussmessgeräte, eine Wasserstandsmessung und ein Grundwasserpegel genutzt. Das Einzugsgebiet wurde aufgrund benachbarter Regenschreiber nicht separat ausgestattet.

4.9.2.1.1 Stationäre Durchflussmengenmessungen und Handmessungen

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde gemeinsam mit der Stadt Schmallenberg festgelegt und zwischen Anfang Dezember 2006 und Anfang Juli 2007 durchgeführt. Die Anordnung der Messstellen orientierte sich an der Struktur der Einzugsgebiete der Kläranlagen und wurde wesentlich durch die strukturellen Abschnitte von Ortslagen und Tälern bestimmt.

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach wurden zu Beginn des Untersuchungsprogrammes drei stationäre Messstellen eingerichtet. Eine Verfeinerung des Untersuchungsrasters erfolgte im nachhinein über Handmesskampagnen.

In Bild 154 ist die Anordnung der Durchflussmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten und Einwohnerzahlen wurden im Rahmen der Auswertung der Messdaten bezogen auf die Anordnung der Messstellen neu erhoben. Die Abflusskenndaten der Messstellen sind in Tabelle 122 zusammengestellt.

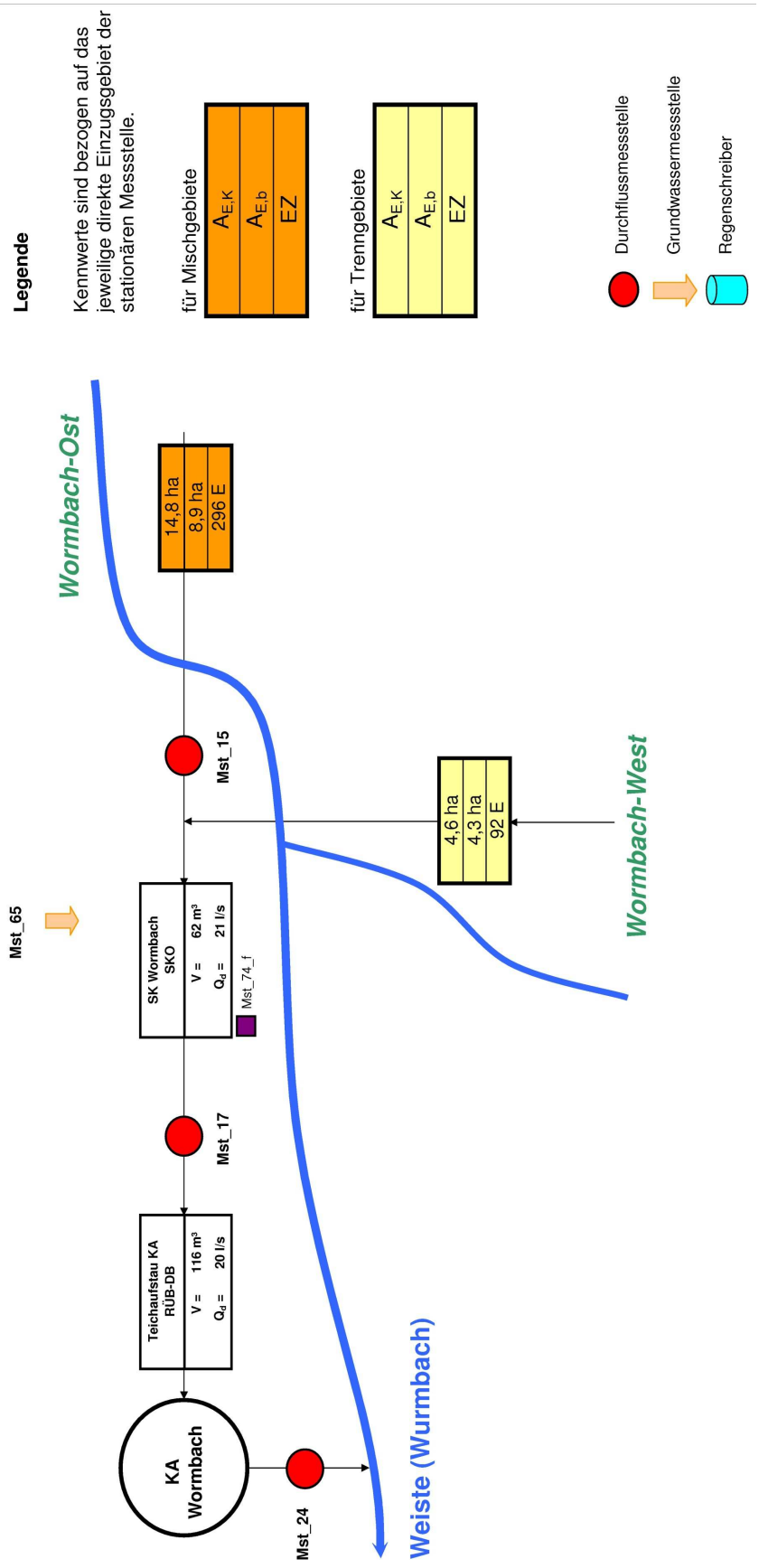


Bild 154: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen

Tabelle 122: Messstellenkenndaten im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	System	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
			gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_15	Abfluss Wormbach-West	MS	0,4	0,4	-	-	0,4	0,4
Mst_17	Zufluss KA Wormbach	MS	0,6	0,2	-	-	0,6	0,2
Mst_24	Abfluss KA Wormbach	MS	0,6	0,0	-	-	0,6	0,0

Die einzelnen Messstellen werden nachfolgend beschrieben. Die Lage der Messstellen ist unter den o. g. Messstellennummern im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

Die Messstelle Mst_15 erfasst den östlichen Teil des überwiegend trennentwässerten Wormbachs. Kurz vor dem SK Wormbach vereinigt sich der Abfluss der Mst_15 mit dem restlichen westlich gelegenen, trennentwässerten Teil des Stadtgebietes von Wormbach. Das gesamte Abwasser von Wormbach fließt dem SK Wormbach zu, hinter dem die Mst_17 gelegen ist. Auf der KA Schmallenberg-Wormbach wird nochmals der Abfluss über die Mst_24 erfasst.

In Tabelle 123 folgt eine Auflistung aller Abflussmessungen mit Ein- und Ausbaudatum, Laufzeit und Art des Messgerätes. Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall oder durch beschädigte Messsonden, führen zu Datenlücken, sodass Mess- und Laufzeit teilweise voneinander abweichen.

Tabelle 123: Übersicht der Abflussmessungen im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_15	Abfluss Wormbach-Ost	UGSH	11.01.07	05.07.07	175	175
Mst_17	Zufluss KA Wormbach inkl. Wormbach-Ost	UGSH	13.12.06	05.07.07	204	204
Mst_24	Abfluss KA Wormbach	RV-Gerät	01.12.06	03.07.07	214	214

Die gewonnenen Abflussmessdaten jeder Messstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Zunächst erfolgte eine visuelle Prüfung verschiedener Messreihen, wie z. B. Wasserstands- und Abflussmessung. Als Nächstes wurden die Messdaten durch Vergleichsmessungen kalibriert und schließlich eine Summenkontrolle der Abwassermenge nach Vereinigungen durchgeführt. Abschließend wurden alle Messstellen aufgrund ihrer Aufzeichnungsqualität bewertet.

Die Datenqualität aller Messstellen wurde mit „gut“ bewertet. Allerdings ergab sich bei zu geringen Abflussverhältnissen, wie es beispielsweise im April 2007 der Fall war, eine größere Streuung der Messergebnisse und damit eine höhere Fehleranfälligkeit.

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in Wormbach am 30.01.2007, 30.05.2007 und am 27.08.2007 Handmessungen zur Erfassung des momentanen Durchflusses im Kanal durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere die Gebiete näher untersucht, die im Rahmen des Messprogramms als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert wurden. Anzumerken ist, dass der gemessene Wert nur eine Momentaufnahme des Abflusses ist. Aussagen über evtl. Niederschlagsnachläufe oder den Schmutzwassertagesgang können nicht gemacht werden.

4.9.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regenwettertagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen erforderlich. Da die Niederschlagsmenge und –intensität insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurden im Stadtgebiet Schmallenberg Regenschreiber und Klimastationen eingerichtet, die je nach ihrer Lage für die Auswertung in den unterschiedlichen Kläranlageneinzugsgebieten genutzt wurden.

Zur Erfassung der beschriebenen Messwerte wurden in den Einzugsgebieten der Kläranlagen Regenschreiber und Klimastationen aufgestellt. Die Lage der Messgeräte geht aus dem jeweiligen Lageplan im Anhang A hervor. In Tabelle 124 sind die Messstellen mit den Ein- und Ausbaudaten zusammengefasst.

Tabelle 124: Überblick über die Niederschlagsmessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_53	Regenschreiber Bracht	19.12.06	04.07.07
Mst_55	Regenschreiber Holthausen	18.01.07	04.07.07
Mst_50	Regenschreiber KA Schmallenberg	01.12.06	18.12.07

Neben den während der Messkampagne ausgelesenen Niederschlagsschreibern wurde zur Einordnung der Niederschlagssummen das langjährige Mittel der Jahre 1961 bis 1990 ausgewertet. Dazu wurden die Niederschlagsmessstationen im Bereich der Stadt Schmallen-

berg herangezogen. In Tabelle 125 sind die monatlichen Niederschlagshöhen und das langjährige Monatsmittel zusammengetragen.

Tabelle 125: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel

Monat	2007			1961 – 1990
	Mst_53 Regenschreiber Bracht	Mst_50 Klimastation KA Schmallenberg	Mst_55 Regenschreiber Holthausen	DWD-Stationen Schmallenberg-Bödefeld, -Fleckenberg und -Sellinghausen (Jahresmittelwerte)
	N [mm]	N [mm]	N [mm]	N [mm]
Januar	205	174,5	29,7 *)	98,7
Februar	131,3	121,8	108,5	70,6
März	93,3	115	105,5	86,6
April	3,6	1,8	2,6	74,2
Mai	179,8	145	121,5	84,7
Juni	151,1	151	157,3	92,2
Summe	**764**	**709**	**- *)**	**507**

*) Messung erst ab dem 18.01.2007

Die Niederschlagsmenge im 1. Halbjahr liegt an ausgewählten Messstellen im Stadtgebiet von Schmallenberg nach der 30-jährigen Statistik des DWD bei 507 mm. Der Auswertezeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007 lieferte an der benachbarten Klimastation auf der KA Schmallenberg (Mst_50) mit 709 mm ca. 40 % mehr Niederschlag, am Regenschreiber in Bracht (Mst_53) sogar 51 % mehr Niederschlag. Während der April außergewöhnlich trocken war, waren die übrigen Monate durchschnittlich niederschlagsreicher. So fielen an der Messstelle Mst_50 (KA Schmallenberg) im Mai 71 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel des DWD.

4.9.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Der Fremdwasseranfall wird indirekt über den Bodenwasserhaushalt und den Stand des Grundwasserspiegels beeinflusst. Höhere Grundwasserstände führen im Allgemeinen auch zu gestiegenen Fremdwasserabflüssen. Um diese Abhängigkeit erfassen zu können, wurde eine Grundwassermessstelle eingerichtet. Als Bezugspunkt für die gemessene Pegelganglinie wurde die Geländeoberkante gewählt. In Tabelle 126 sind die Ein- und Ausbauzeiten des Grundwasserpegels zusammengestellt.

Tabelle 126: Übersicht der abgeteuften Grundwasserspiegelmessung

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau
Mst_65	Pegel Wormbach	Insider	22.01.07	04.07.07

4.9.2.1.4 Wasserstandsmessungen an Regenbecken

Über Wasserstandsmessungen an Sonderbauwerken in der Kanalisation lassen sich Rückschlüsse auf den Fremdwasserabfluss und die Auslastung der Niederschlagswasserbehandlung ziehen. Hierbei konnte auf die Wasserstandsmessung am Stauraumkanal in Wormbach (Mst_74) zurückgegriffen werden.

In Tabelle 127 sind die Kenndaten der Wasserstandsmessstelle in Schmallenberg-Wormbach zusammengefasst. Bei einer Laufzeit von 198 Tagen sind insgesamt 184 Tage auswertbar. Für den Untersuchungszeitraum Januar bis Juli 2007 sind in Bild 155 die gemessenen Einstau- und Entlastungsdauern den Messtagen gegenübergestellt.

Tabelle 127: Übersicht der Wasserstandsmessungen an NWB-Anlagen im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_74	Wasserstand SK Wormbach Kanalagent	19.12.06	05.07.07	198	184

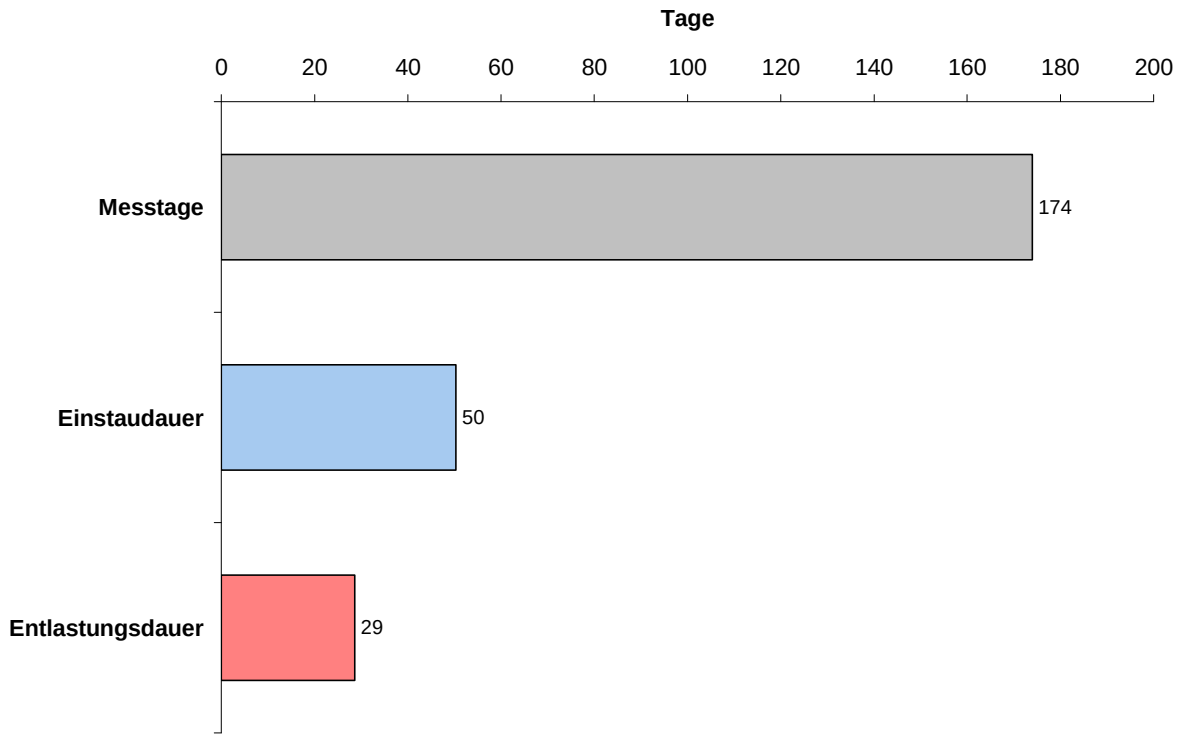


Bild 155: Gemessene Einstau- und Entlastungsdauern sowie Messtage am SK Wormbach im Zeitraum Januar bis Juli 2007

Bei einem Auswertezeitraum der Einstau- und Entlastungstätigkeit des SK Wormbach von 174 Tagen (Januar bis Anfang Juli 2007) war der Stauraumkanal an 50 Tagen eingestaut. Entlastungen fanden an 29 Tagen statt. Nach Indikatorwerten der DWA-Arbeitsgruppe Fremdwasser [11] ist dieser Stauraumkanal in seinem Einstau- und Entlastungsverhalten auffällig.

4.9.2.1.5 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

Kamerabefahrungen

Um die Ergebnisse der Abflussmessungen zu verifizieren und die sich zum Teil daraus ergebenden Abflusszunahmen deuten zu können, wurden im Anschluss an die Handmesskampagnen Kamerabefahrungen durchgeführt. Die Kamera wurde gezielt dort eingesetzt, wo Handmessungen einen haltungsweisen Zuwachs des Abflusses zeigten bzw. Auffälligkeiten im Bereich der privaten Grundstücksentwässerungen vorhanden waren.

In Tabelle 128 sind die durchgeführten Kamerabefahrungen zusammengestellt. Die Ergebnisse der Kamerabefahrungen werden zusammen mit den Handmessungen dargestellt.

Tabelle 128: Zusammenstellung der durchgeführten Kamerabefahrungen

EZG	Befahrung	Datum	Länge
Wormbach	Wormbach, Neue Ennest	27.08.2007	180,5 m
Wormbach	Wormbach, Ennest	27.08.2007	120,6 m
Wormbach	Wormbach, Auf dem Bruch	27.08.2007	94,5 m
Wormbach	An der langen Wiese	19.05.2008	226,7 m

4.9.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

4.9.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach erstreckte sich vom 01.12.2006 bis 05.07.2007. Um eine Vergleichbarkeit auch mit anderen Einzugsgebieten im Stadtgebiet von Schmallenberg zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die aufgezeichneten Messgrößen Wasserstand h und Fließgeschwindigkeit v wurden in einen Durchfluss Q umgerechnet, verifiziert und auf Plausibilität geprüft. Die ursprünglichen 2-min. Daten wurden mit Hilfe der Datenbank Access um Unplausibilitäten bereinigt (z. B. Löschen von Nullwerten und Elimination von Daten, die auf außergewöhnliche Ereignisse, wie Schieberschließungen aufgrund von Handmessungen und Kamerabefahrungen, zurückzuführen waren) und auf Stundenmittelwerte verdichtet. Es wurden die Messtage eliminiert, die während Entlastungsereignissen von oberhalb der Messstelle liegenden Niederschlagswasserbehandlungsanlagen aufgezeichnet wurden. Abschließend wurden die bereinigten Daten in ein Excel-Arbeitsblatt importiert, um mit Hilfe verschiedener Auswertemethoden (s. Kapitel 2.2.2) das Fremdwasser in den Teilgebieten bestimmen zu können.

Der Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach wurde mit der Nachtminimum-Methode ermittelt. Für jede Messstelle befindet sich im Anhang B ein Auswerteblatt mit den unterschiedlichen Auswertemethoden und jeweiligen Ergebnissen.

In Tabelle 129 werden der direkte Fremdwasseranfall an jeder Messstelle und der prozentuale Fremdwasseranfall bezogen auf den Fremdwasserabfluss der Kläranlage angegeben. Weiterhin wird ergänzend bei reinen Trennsystemen an der jeweiligen Messstelle die fehlangeschlossene Fläche bzw. der Fehlanschlussgrad als Quotient aus der fehlangeschlossenen Fläche zur befestigten Fläche im Direkteinzugsgebiet in Prozent ausgewiesen.

Tabelle 129: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässe-rungs-verfahren	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Gesamt-fremd-wasser [%]	A_f [m^2]	FAG = $A_f/A_{E,b}$ [%]
Mst_15	Abfluss Wormbach-Ost	TS/MS	4,7	4,7	82,5	k.A.	-
Mst_17	Zufluss KA Wormbach Mst_15 und Wormbach-West	MS	5,7 (3,5) 2)	1,0	17,5	-	-
Mst_24	Abfluss KA Wormbach	MS	3,7	0,0 1)	0	-	-
Summe (KA Wormbach, Mst_17)				**5,7**	**100**	**-**	**-**

1) Wert mit 0,0 angesetzt, da theoretische Differenzbildung einen negativen Wert ergibt.

2) Die Auswertung der Mst_17 liefert einen niedrigeren Fremdwasserabfluss $Q_{F,pM}$ = 3,5 l/s aufgrund eines vorgelagerten SK; Handmessungen und Plausibilitätsprüfungen ergaben einen Abfluss von 5,7 l/s. Letzterer wird nachfolgend angesetzt.

Teilt man das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach vor dem Zulauf des Stauraumkanals zwischen den Messstellen Mst_15 und Mst_17 in die Teileinzugsgebiete Wormbach-Ost und Wormbach-West, so wird deutlich, dass der Großteil des Fremdwassers mit 82,5 % (4,7 l/s) im östlich gelegenen Einzugsgebiet entsteht. Lediglich 17,5 % (1,0 l/s) Fremdwasser sind Quellen im südwestlichen Stadtgebiet zuzuordnen.

Die absolut ermittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur mittelbar etwas über die Fremdwasserverteilung in den einzelnen Gebieten aus. Eine Bewertung der Fremdwassermengen erfolgt aussagekräftiger durch den Bezug der Wassermenge auf den Schmutzwasserabfluss, die Kanalnetzlänge oder die befestigte Fläche.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 156 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasser auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet und die Flächenspende der Teilgebiete. Außerdem geben die roten Zahlen einen Überblick über die gemessene Gesamtfremdwassermenge an jeder stationären Messstelle.

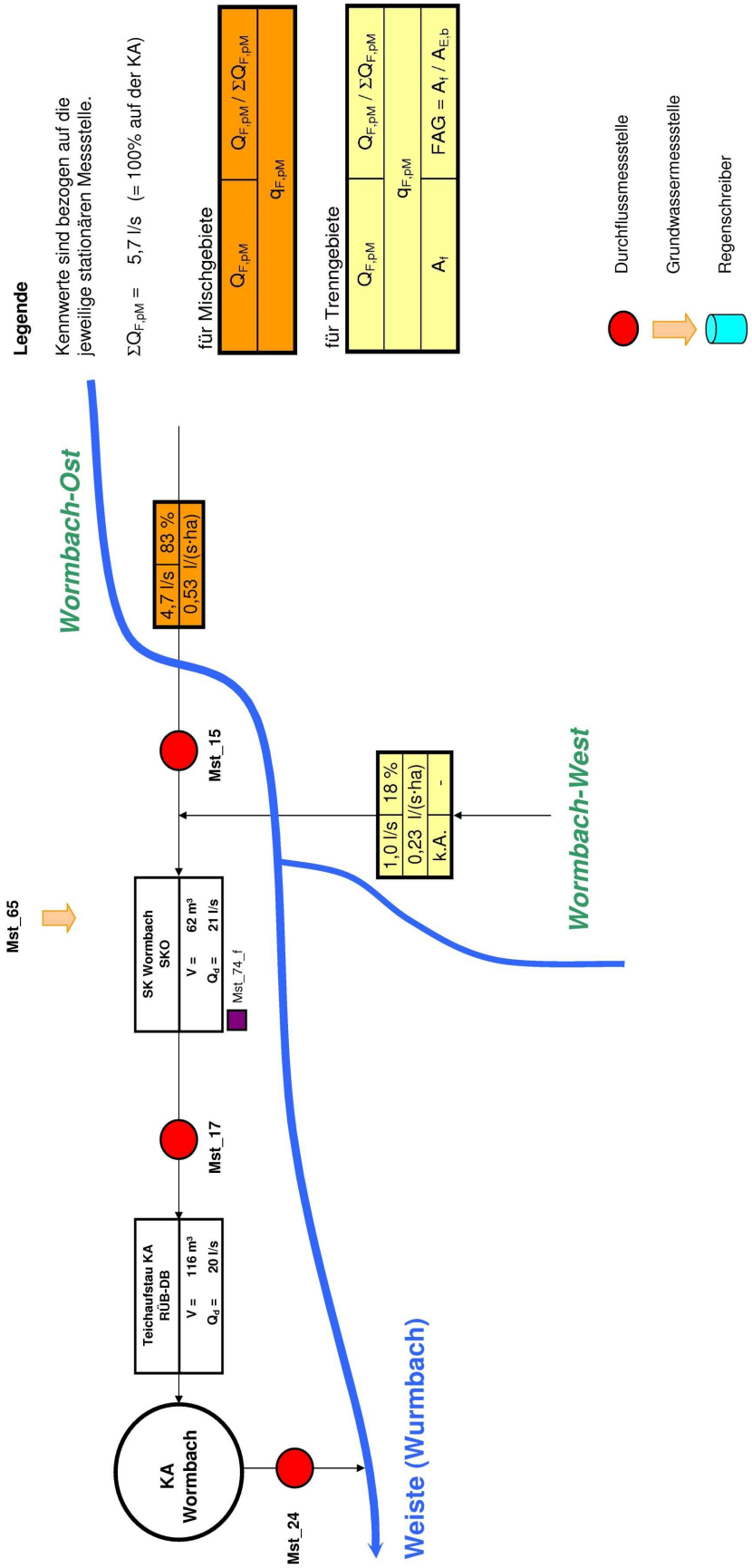


Bild 156: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach

4.9.2.2.2 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden Handmessungen sowie in einigen Teileinzugsgebieten zusätzlich Mobi-DiR-Messungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Für eine Aussage, in welchem Verhältnis der gemessene Wert zum ermittelten Fremdwasser (Mittelwert) im Teileinzugsgebiet steht, ist es notwendig, auch im Schacht der stationären Messstelle eine Handmessung durchzuführen.

Insgesamt wurden an knapp 27 Punkten Handmessungen durchgeführt, die zur Absicherung der Daten teilweise auch mehrfach wiederholt wurden. Hauptschwerpunkte bildeten die Bereiche, die aufgrund der stationären Durchflussmessung Auffälligkeiten zeigten.

Die Ergebnisse der Handmesskampagnen sind als absolute Ergebnisse nicht ohne Weiteres mit denen der stationären Durchflussmengenmessstellen vergleichbar. Dies ist u. a. mit den unterschiedlichen Messgeräten und deren unterschiedlicher Kalibrierung begründbar. Weiterhin erfassen Handmesskampagnen, sofern sie bei Trockenwetter durchgeführt wurden, den Trockenwetterabfluss an wechselnden Nachlauftagen und Tageszeiten. Hierdurch unterscheiden sich die Handmessungen in dem Anteil des erfassten Schmutzwasserabflusses und des Fremdwassernachlaufes. In erster Linie lassen sich mit den durch Handmessungen erfassten Abflüssen zwar Abflusszuwächse aufspüren, die auf Fremdwasserquellen schließen lassen, andererseits ist eine Aussage zu absoluten Mengen ohne Weiteres nicht möglich. Insbesondere bei der späteren Festlegung von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung bei lokal aufgefundenen Fremdwasserquellen sind absolute Angaben sehr hilfreich.

Nachfolgend werden die Ergebnisse, die Erfahrungen zu den lokalisierten Fremdwasserquellen und die identifizierten Schäden beschrieben, die während der Handmesskampagnen ermittelt wurden. Abschließend erfolgt eine Zusammenstellung der aufgefundenen Schäden, gemessenen Fremdwassermengen und des Reduktionspotenziales.

In Tabelle 130 sind die errechneten Fremdwasseranteile auf Basis der in Kapitel 2 beschriebenen Methode für alle durchgeführten Handmessungen als absolute Werte und als prozentualer Anteil bezogen auf die Gesamtfremdwassermenge aufgeführt. Aus der Zusammenstellung können auch die reduzierbare Fremdwassermenge und das Reduzierungspotenzial entnommen werden. Die reduzierte Fremdwassermenge wurde anhand der Vor-Ort-Untersuchungen unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit der Maßnahmen, der Aus-

wirkungen auf den Bodenwasserhaushalt und der Nachhaltigkeit der Sanierungsmaßnahmen abgeschätzt.

Von den in der Messkampagne gemessenen 5,7 l/s können bei erfolgreicher Sanierung rd. 4,5 l/s Fremdwasser reduziert werden. Es verbleiben zunächst rd. 21 % Fremdwasser im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach.

Tabelle 130: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen

HMst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
		$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Wormbach-Ost					
Wb_23	Neue Ennest	0,0	0,0	-	-
Wb_24	Neue Ennest, aus M 1.3	0,7	12,3	0,6	9,8
Wb_21	Neue Ennest	0,0	0,0	-	-
Wb_22	Neue Ennest	0,0	0,0	-	-
Wb_05 bis Wb_01	Schützenhalle, Sportplatz	1,4	24,6	1,1	19,6
Wb_01 bis Wb_25	Auf dem Bruch	0,6	10,5	0,4	7,8
Wb_02b	Blumenau, seitl. Zufluss	0,0	0,0	-	-
Wb_03	Auf dem Bruch	0,0	0,0	-	-
Wb_07 bis Wb_09	An der langen Wiese	0,5	8,8	0,4	7,0
Mst_15	Mst_15	1,5	26,3	1,2	21,0
Zwischensumme		**4,7**	**82,5**	**3,7**	**65,2**
TEZG Wormbach-West					
Wb_10	Alt Wormbach	0,1	1,7	0,0	0,0
Wb_11b	Alt Wormbach, aus Wb_10	0,5	8,8	0,4	7,0
Wb_12	Alt Wormbach	0,0	0,0	-	-
Wb_11a	Alt Wormbach, aus Wb_12	0,3	5,3	0,3	5,3
Wb_13	Alt Wormbach	0,1	1,7	0,1	1,7
Wb_14b	Drossel	0,0	0,0	-	-
Zwischensumme		**1,0**	**17,5**	**0,8**	**14,0**
Summe aller TEZG		**5,7**	**100,0**	**4,5**	**79,2**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall auf der KA Schmallenberg-Wormbach von 5,7 l/s

TEZG Wormbach-Ost

Im mischentwässerten Siedlungsgebiet Neue Ennest und in den im weiteren Fließverlauf daran anschließenden Straßen Ennest und Auf dem Bruch im östlichen Wormbach wurden

sowohl mit Handmessungen als auch mit Kamerabefahrungen umfangreiche Schäden festgestellt, die für einen Großteil des Fremdwassers verantwortlich sind.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Schadensbilder und identifizierten Fremdwasserabflüsse detailliert eingegangen. Eine Übersicht der zugeordneten Handmessstellen und Schadensbilder ist in Bild 157, Tabelle 131 und Tabelle 132 zusammengestellt.

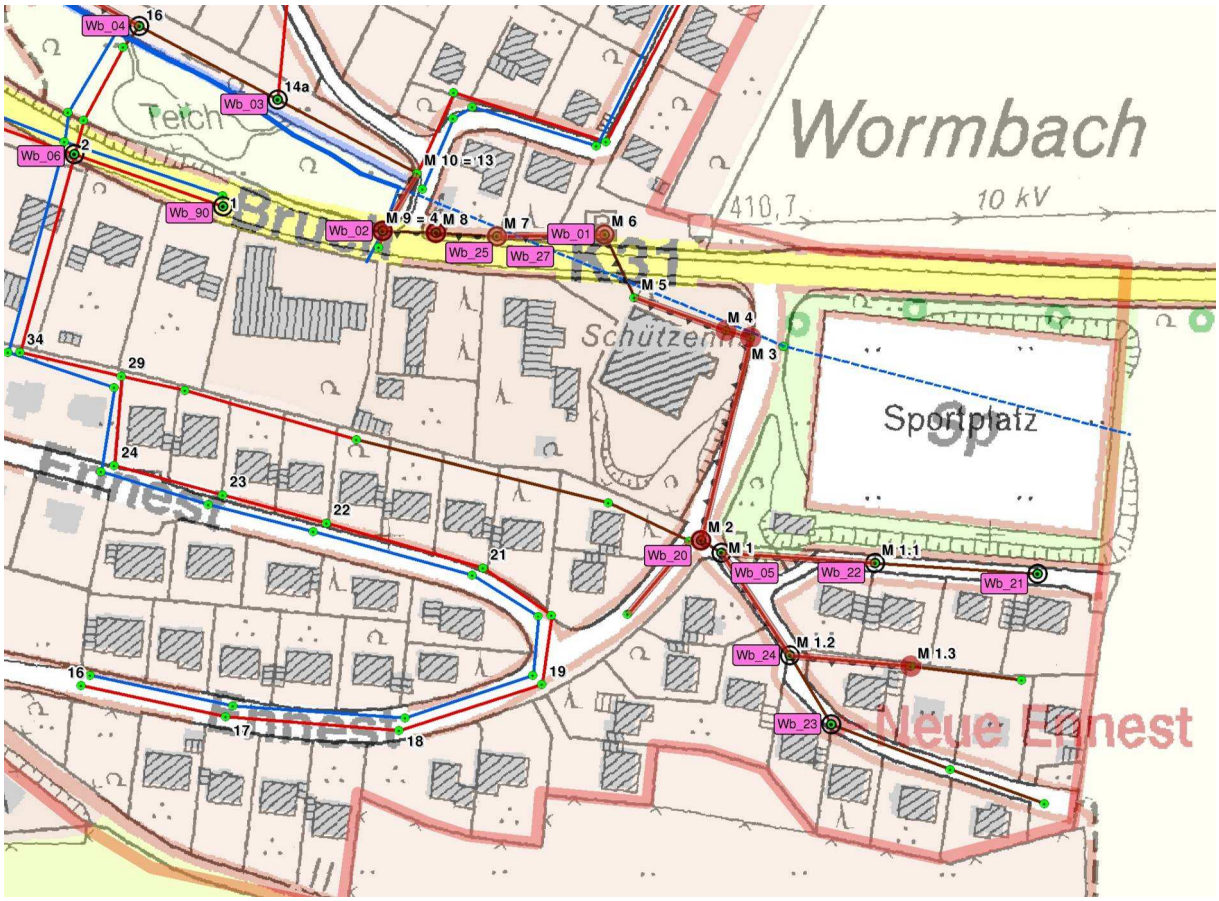


Bild 157: Übersicht der Schäden und Schachtnummern im Bereich Neue Ennest, Ennest und Auf dem Bruch (Wormbach-West)

Tabelle 131: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Wormbach-Ost im EZG der Mst_15

Straße	Schachtnummer/ Handmessstelle	Schadensbeschreibung
Neue Ennest	M 1.3	Rohr mit Umläufigkeiten einmündendes PVC-Rohr mit klarem Wasser
Neue Ennest	M 2	Inkrustation
Ennest	M 3	Schacht undicht
Ennest	M 4	Schacht undicht
Auf dem Bruch	M 6	Einleitung in Schacht (klares Wasser)
Auf dem Bruch	M 7	Einleitung in Schacht (klares Wasser)
Auf dem Bruch	M 8	unterster Schachtring undicht
Auf dem Bruch	M 9 (Schacht 4)	Überlaufbauwerk Regen-/Schmutzwasser
Wormbach/ Auf dem Bruch	Schacht 3 Schacht 8	zufließendes klares Wasser aus PVC-Rohr

Tabelle 132: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen von Wormbach-Ost im EZG der Mst_15

Straße	Haltungsnummer	Schadensbeschreibung
Neue Ennest	M 1.2 - M 1.3	Undichtigkeiten und Dränage
Neue Ennest	M 1 - M 1.1	Undichtigkeiten
Neue Ennest	M 1 - M 1.2	Undichtigkeiten
Ennest	M 2 - M3	Undichtigkeiten
Ennest	oberhalb Wb_20 (M 2) Richtung Schacht 29	angeschlossene Dränage
Ennest	M 3 - M 4	Undichtigkeiten
Ennest	M 4 - M 5	Undichtigkeiten
Auf dem Bruch	M 6 - M 7	Undichtigkeiten
Auf dem Bruch	M 9 - M 10	Partliner mit eindringendem Wasser, Undichtigkeiten
An der langen Wiese	16 - 43	Undichtigkeiten
An der langen Wiese	43 - 44	Undichtigkeiten, Zufluss von klarem Wasser

Im neuen mischentwässerten Wohngebiet Neue Ennest wurden über Kamerabefahrungen fehlangeschlossene Dränagen von Privatgrund in den Haltungen M 1.2 - M 1.3 (s. Bild 158) sowie zwei weitere Dränagen in der Haltung M 1 - M 1.1 (s. Bild 159) identifiziert. Über Handmessungen konnte an der Messstelle Wb_24 für die Dränage in der Haltung M 1.1 - M 1.3 ein Fremdwasserabfluss von 0,6 l/s (rd. 10 %) errechnet werden. Die beiden anderen Dränagen in der Haltung M 1 - M 1.1 können nur mit anderen Schäden über die Handmessstelle Wb_01 quantifiziert werden.



Bild 158: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 1.2 nach M 1.3





Bild 159: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 1 - M 1.1

Zwischen den Handmessstellen Wb_24 bzw. Wb_22 (Neue Ennest/Ennest) und Wb_01 (Auf dem Bruch) wurde ein Fremdwasserzuwachs von 1,1 l/s (rd. 20 %) quantifiziert. Über Kamerabefahrungen konnten diverse Schäden lokalisiert werden, die beispielhaft in Bild 160 (Haltung M 2 bis M 3) und Bild 161 (Haltung M 4 bis M 5) visualisiert sind. Hierbei handelt es sich um Undichtigkeiten im Bereich von Muffen und Stutzenanbindungen sowie gerissene Wandungsteile mit eindringendem Grundwasser.



undichte Muffe in der Sohle
mit eindringendem Grundwasser



undichte Muffe im Kämpfer
mit eindringendem Grundwasser



undichte Muffe und Lageabweichung
mit eindringendem Grundwasser



Undichtigkeit im gesamten Rohrumfang mit undichter
Einbindung eines Stutzens

Bild 160: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 2 - M 3

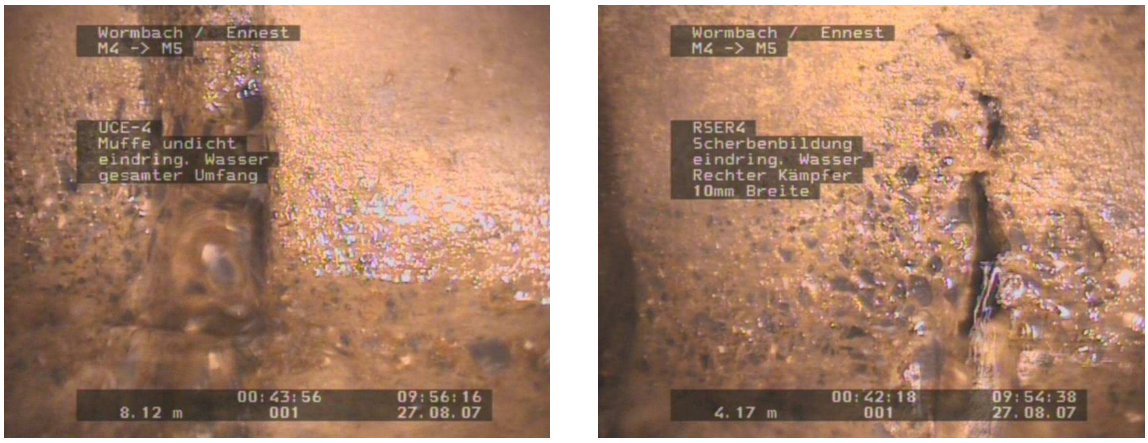
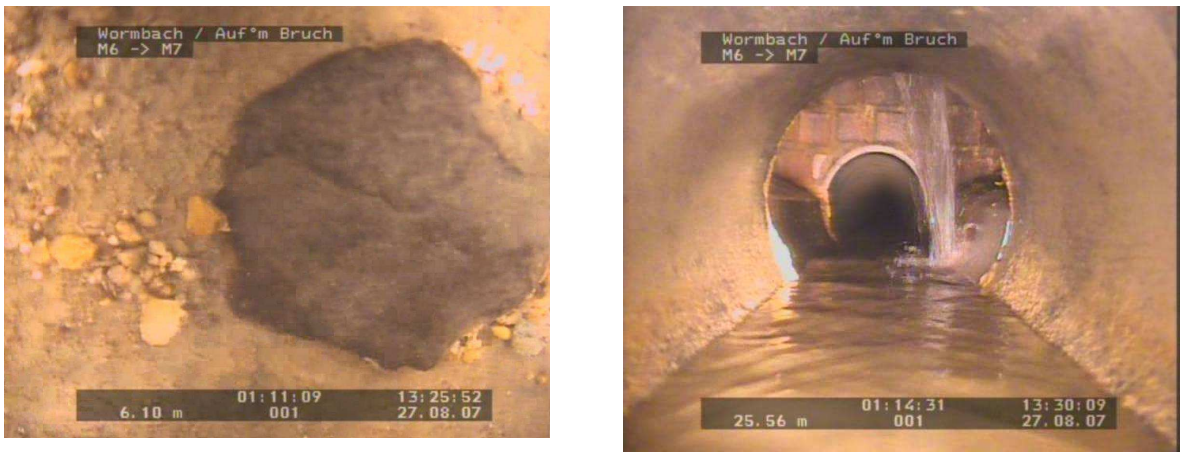


Bild 161: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 4 - M 5

Im Bereich zwischen den Handmessstellen Wb_01 und Wb_25 konnten 0,4 l/s (7,8 %) Fremdwasser lokalisiert werden. Die Kamerabefahrung zeigte undichte Wandungsteile in der Haltung M 6 - M 7 (s. Bild 162), Undichtigkeiten im Schacht Wb_25 (M 8) und einen stetigen Zulauf von klarem Wasser im Schacht der Messstelle Wb_27 (M 7, s. Bild 162).



fehlendes Rohrwandungsstück in der Sohle

ständiger Zufluss von klarem Wasser im Schachtbauwerk M 7

Bild 162: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt in der Haltung M 6 - M 7

Über einen Doppelschacht M 9 (Wb_02), in dem Regen- und Schmutzwassersammler durch eine überströmbare Trennschwelle miteinander verbunden sind, konnte beobachtet werden, wie Regenwasser in den Schmutzwasserkanal überlief.

Im Hauptsammler des östlichen Stadtteilgebietes von Wormbach wurden auf Basis der Handmesskampagnen zwischen den Messstellen Wb_07 und Wb_09 sowie zwischen Mst_15 und Wb_09 Fremdwasserquellen vermutet.

Eine nachträgliche Kamerabefahrung der Haltungen zwischen Wb_07 und Wb_09 im Bereich „An der langen Wiese“ (s. Tabelle 132) lieferte einzelne Schadensbilder, die den dort gemessenen Fremdwasserabfluss von 0,4 l/s (7 %) bestätigen. Eine Übersicht der inspizierten Haltungen und aufgefundenen Schäden ist in Bild 163 und Bild 164 dargestellt.

Darüber hinaus ergab die Auswertung der Handmessstellen zwischen Mst_15 und Wb_09 einen Zuwachs von 1,2 l/s Fremdwasser. Dies entspricht bezogen auf den gesamten Fremdwasseranfall auf der Kläranlage einem Zuwachs von 21 %. Diese Haltung sollte ebenfalls im Nachhinein noch mit einer Kamera untersucht werden.

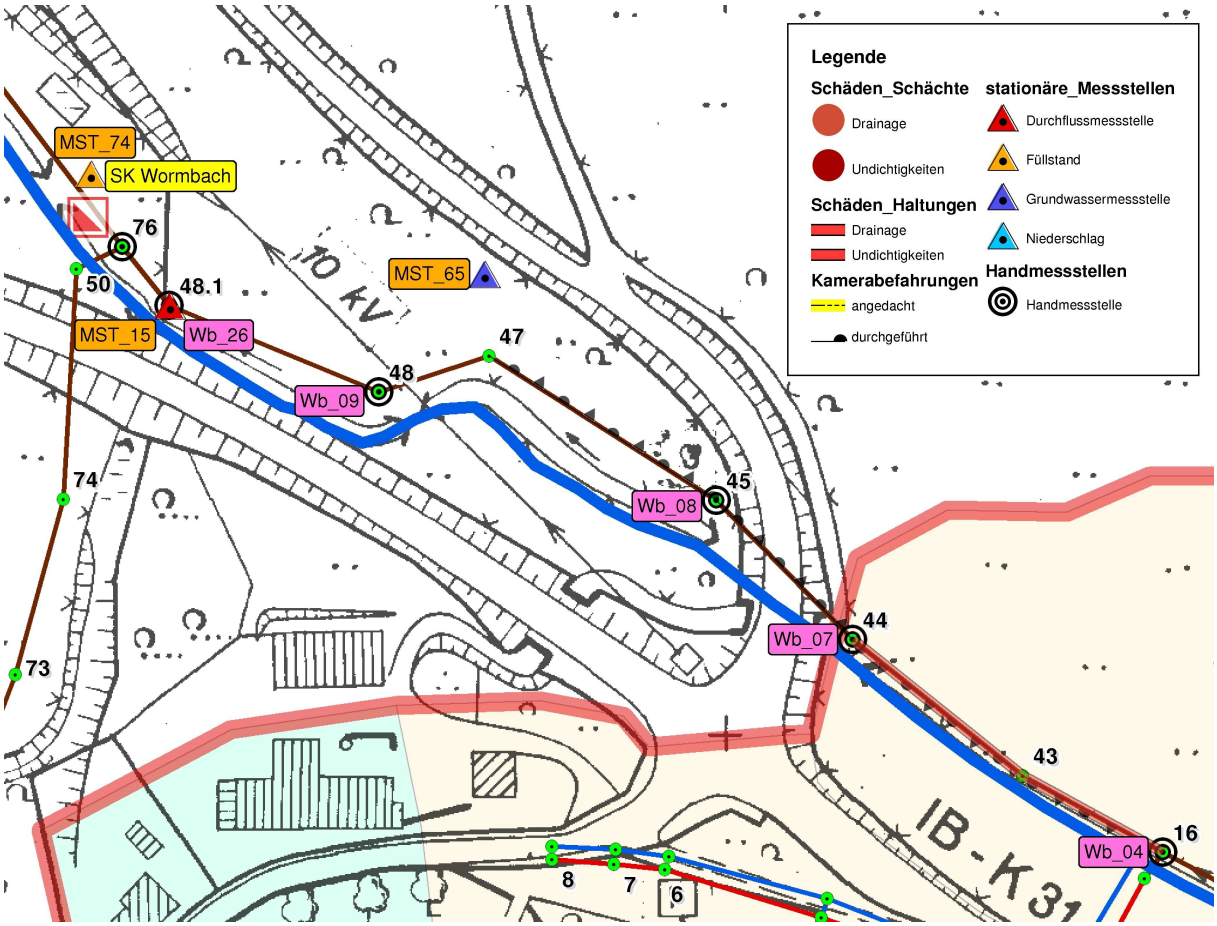
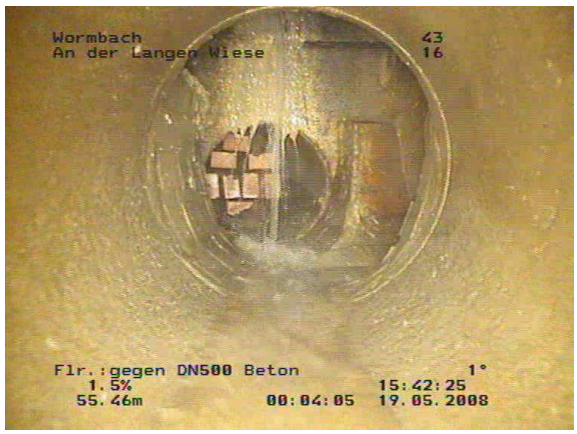


Bild 163: Übersichtslageplan von Wormbach-Ost kurz vor dem Stauraumkanal



Undichtigkeit in der Rohrwandung zwischen Schacht 43 und 44



stetiger Wasserzufluss im Schachtbauwerk 16 (Inspektion der Haltung 16 bis 43)

Bild 164: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt zwischen den Handmessstellen Wb_04 und Wb_07

TEZG Wormbach-West

Im südwestlichen Stadtteilgebiet von Wormbach konnten während der Handmesskampagnen zwei undichte Schachtbauwerke identifiziert werden (s. Tabelle 133). Haltungsschäden wurden im Einzugsgebiet von Wormbach-West nicht aufgefunden.

Tabelle 133: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Wormbach-West im EZG der Mst_17

Straße	Schachtnummer/ Handmessstelle	Schadensbeschreibung
Alt Wormbach bei Wb_13 (Acker)	72	Stutzen, ständiger Wasserzufluss von oberhalb gelegenem Haus
Alt_Wormbach bei Wb_11	-	Schacht undicht

Im Schacht an der Handmessstelle Wb_11 wurden rd. 0,4 l/s eindringendes Grundwasser identifiziert. Bezogen auf das gesamte Fremdwasser sind dies 7 %. Da die Haltung kurz vor dem Schacht ein kleines Gewässer quert, sind dort Undichtigkeiten zu vermuten. Auch zwischen den Handmessstellen Wb_11 und Wb_12 entstehen 0,3 l/s (5,3 %) Fremdwasser. Auch diese Haltung sollte bei geeigneten Grundwasserverhältnissen erneut inspiziert werden, um die konkrete Schadstelle aufzufinden.

Im Schacht 72 an der Handmessstelle Wb_13 ist über einen Stutzen aus dem privaten Bereich ein stetiger Wasserzufluss (rd. 0,1 l/s) erkennbar. Vermutet wird an dieser Stelle eine Dränage oder ein Teichüberlauf. Die private Abwasserleitung wurde nicht inspiziert.

4.9.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die bisherigen Fremdwasserangaben repräsentieren lediglich den Messzeitraum der ersten Jahreshälfte 2007. Die bisher gesammelten Erfahrungen zeigen, dass der Jahresbeginn in der Regel einen höheren Fremdwasserabfluss aufweist als der Rest des Jahres. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den Jahren der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der letzten Jahre (2000 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 134 dokumentiert.

Tabelle 134: Fremdwasserabflüsse nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der Jahre 2000 bis 2007 für die KA Schmallenberg-Wormbach

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	Jan - Juni zum Jahresmittel
2000	1,9	5,7	4,9	0,5	0,1	0,2	0,5	0,4	0,7	1,5	2,0	1,9	2,2 l/s	1,7 l/s	1,31
2001	1,9	2,6	3,2	2,5	0,9	0,6	0,2	0,0	1,4	0,8	1,3	1,5	2,0 l/s	1,4 l/s	1,39
2002	1,4	4,1	1,6	0,5	0,6	0,3	0,9	1,1	0,3	0,3	3,2	0,6	1,4 l/s	1,2 l/s	1,15
2003	3,4	1,8	1,1	0,5	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,7	1,1	3,3	1,3 l/s	1,1 l/s	1,22
2004	3,1	2,5	1,7	1,4	0,9	0,4	0,3	0,3	0,5	0,7	1,1	1,3	1,7 l/s	1,2 l/s	1,41
2005	3,7	3,1	2,0	2,1	1,6	0,4	0,3	0,9	0,4	0,0	1,3	3,1	2,1 l/s	1,6 l/s	1,36
2006	1,3	1,5	3,1	2,7	1,5	0,8	0,3	0,4	0,5	0,2	2,6	2,7	1,8 l/s	1,5 l/s	1,24
2007	**7,4**	**3,9**	**3,4**	**0,7**	**1,6**	**1,3**	**2,5**	**0,6**	**0,8**	**0,9**	**3,0**	**3,3**	**3,1 l/s**	**2,5 l/s**	**Messjahr 1,25**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,29

Dieser Quotient dient zur Einordnung des 1. Halbjahres zum Gesamtjahr. Im Mittel liegt der langjährige Faktor Halb- zu Ganzjahr bei 1,29 und zeigt, dass im 1. Halbjahr geringfügig höhere Infiltrationen im Kanalnetz gemessen wurden. Die nachträgliche Auswertung für das Jahr 2007 ergab einen Faktor von 1,25 und liegt damit bei einer Abweichung von nur -3,3 % in der Größenordnung des langjährigen Mittels.

Mit Hilfe des für das Jahr 2007 ermittelten Faktors 1,25 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert.

Die Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet bleibt dabei unverändert, wohingegen die absolute Fremdwassermenge in den einzelnen Teilgebieten größer wird. Zur besseren Darstellung folgt in Bild 165 das bereits bekannte Fließschema mit den umgerechneten Jahresmittelwerten in den einzelnen Teilgebieten.

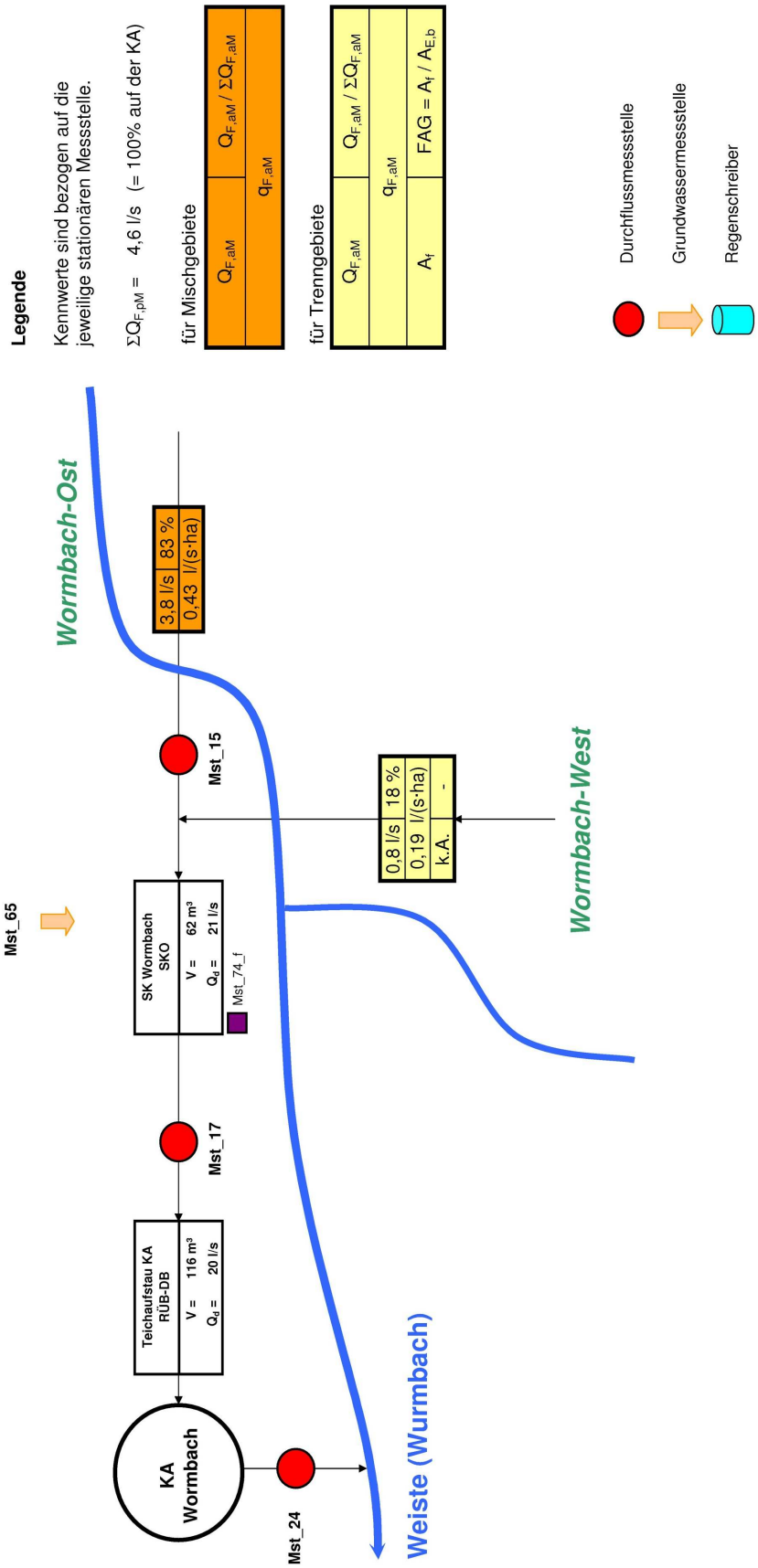


Bild 165: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007)

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist. Dazu zeigt Tabelle 135 eine Übersicht, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes sowie die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Tabelle 135: Übersicht der Fremdwasserabflüsse

Bezeichnung	Messzeitraum Jan - Juni 2007	2007	reduzierbares Fremdwasser (bezogen auf die KA Schmallenberg-Wormbach)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
Wormbach-Ost	4,7	3,8	3,0	65,2
Wormbach-West	1,0	0,8	0,6	14,0
Summe	**5,7**	**4,6**	**3,6**	**79,2**

Insgesamt lassen sich durch die im Anschluss aufgeführten Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung im Jahresmittel ca. 3,6 l/s, entsprechend rd. 79 % des Fremdwassers auf der Kläranlage reduzieren.

4.9.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

4.9.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser und Schätzung von Einzelkosten

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation müssen die lokalisierten Fremdwasserquellen im EZG der KA Schmallenberg-Wormbach möglichst zeitnah beseitigt werden. In Zusammenarbeit mit der Stadt Schmallenberg wurden für die entdeckten Schäden Sanierungsmöglichkeiten und Kosten ermittelt.

TEZG Wormbach-Ost

Aus den Handmesskampagnen und der Analyse der TV-Befahrungen ergaben sich Schadensbilder, denen entsprechende Sanierungsverfahren und Kosten zugeordnet werden konnten. Die Kosten wurden auf Basis der Arbeitshilfen Abwasser 2007 [2] für die Haltungen (s. Tabelle 136) und Schächte (s. Tabelle 137) abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

Tabelle 136: Identifizierte Kanalschäden in den Haltungen von Wormbach-Ost

Straße	Haltungs-nummer	Haltungs-länge [m]	Schadensbeschreibung	Sanierungs-verfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Neue Ennest	M 1 - M 1.1	51,1	1 undichte Muffe, 4 Lageabweichungen, 3 undichte Stutzen, 1 Rohrbruch, 1 Verschleiß	Erneuerung	19.200
			2 Dränagen (privat)	Abkoppelung der Dränagen	10.000
Neue Ennest	M 1 - M 1.2	41,0	1 undichte Muffe, 1 undichter Stutzen	Injektion, Hutprofil und Partliner	900
Neue Ennest	M 1.2 - M 1.3	40,4	3 Scherbenbildungen, 2 Sedimentationen (Lageabweichung vermutlich)	Injektion und Partliner	4.600
			1 Dränage (privat)	Abkoppelung der Dränage	5.000
Ennest	oh. von Wb_20 Richtung Schacht 29	-	1 Dränage (privat) (Messort: Wb_04, 16)	Abkoppelung der Dränage	5.000
Ennest	M 2 - M 3	69,6	4 undichte Muffen, 2 undichte Stutzen	Injektion und Partliner	4.800
Ennest	M 3 - M 4	8,4	1 undichte Muffe, 3 Lageabweichungen, 1 undichter Stutzen	Injektion und Schlauchliner	2.400
Ennest	M 4 - M 5	32,5	1 Risse/Scherben, 4 undichte Muffen, 4 Lageabweichungen (Sedimentation)	Injektion und Partliner	3.400
Auf dem Bruch	M 6 - M 7	35,8	1 Lageabweichung, 1 undichter Stutzen (Umläufigkeit)	Injektion und Partliner	900
Auf dem Bruch	M 9 - M 10	22,4	undichte Anbindung eines Partliners	Injektion	100
An der langen Wiese	16 - 43	57,8	Ausbiegung der Sohle, undichte Wandung	Injektion und Partliner	700
An der langen Wiese	43 - 44	55,5	2 undichte Wandungen, 1 Riss	Injektion und Partliner	2.000
Summe					**59.000**
- hiervon Kosten im öffentlichen Bereich					**39.000**
- hiervon Kosten im privaten Bereich					**20.000**

Tabelle 137: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Wormbach-Ost

Straße	Schachtnummer/ Handmessstelle	Schadensbeschreibung	Sanierungs-verfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Neue Ennest	M 1.3	Rohr mit Umläufigkeiten	Injektion und Beschichtung	500
		einmündendes PVC-Rohr mit klarem Wasser	Abkoppelung der Dränage bzw. Einleitung	5.000
Neue Ennest	M 2	Inkrustation	Injektion und Beschichtung	800
Ennest	M 3	Schacht undicht	Injektion und Beschichtung	800
Ennest	M 4	Schacht undicht	Injektion und Beschichtung	800
Auf dem Bruch	M 6	Einleitung in Schacht (klares Wasser), vermut-lich privat	Abkoppelung der Dränage bzw. Einleitung	5.000
Auf dem Bruch	M 7	Einleitung in Schacht (klares Wasser), vermut-lich privat	Abkoppelung der Dränage bzw. Einleitung	5.000
Auf dem Bruch	M 8	unterster Schachtring undicht	Injektion und Beschichtung	800
Auf dem Bruch	M 9 (Schacht 4)	Überlaufbauwerk Regen-/ Schmutzwasser	Umbau Trennbau-werk (Höherziehen der Trennschwelle)	500
Wormbach/ Auf dem Bruch	Schacht 3 Schacht 8	zufließendes klares Wasser aus PVC-Rohr, vermutlich private Einleitung	Abkoppelung der Dränage bzw. Einleitung	5.000
Summe				**24.200**
- hiervon Kosten im öffentlichen Bereich				**4.200**
- hiervon Kosten im privaten Bereich				**20.000**

TEZG Wormbach-West

Analog zum östlichen Ortsteil ergeben sich auch für Wormbach-West aus den Handmess-kampagnen Schadensbilder für die Schachtbauwerke, denen entsprechende Sanierungs-verfahren und Kosten auf Basis der Arbeitshilfen Abwasser 2007 [2] zugeordnet werden konnten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 138 zusammengestellt.

Tabelle 138: Identifizierte Kanalschäden in den Schächten von Wormbach-West im EZG der Mst_17

Straße	Schacht-nummer	Schadensbeschreibung	Sanierungs-verfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Alt_Wormbach bei Wb_11	-	Schacht undicht	Injektion und Beschichtung	800
Alt Wormbach bei Wb_13 (Acker)	72	Stutzen, ständiger Wasserzufluss von oberhalb gelegenem Haus	Abkoppelung der Dränage bzw. Einleitung	5.000
Summe				**5.800**
- hiervon Kosten im öffentlichen Bereich				**755**
- hiervon Kosten im privaten Bereich				**5.000**

Abschließend folgt in Tabelle 139 eine Übersicht der geplanten Kosten in Höhe von 89.000 € für gesamt Wormbach. Für den westlichen Ortsteil von Wormbach wurden 5.800 € ermittelt, für den östlichen Ortsteil 83.200 €. In diesen Kosten ist der Aufwand Privater für die Abkoppelung von Dränagen in Höhe von geschätzten 45.000 € subsummiert.

Tabelle 139: Zusammenfassung der Sanierungskosten in Schmallenberg-Wormbach

Teileinzugsgebiet	Sanierungskosten [€] brutto	
Wormbach-West	**5.800**	
- Sanierung öffentlicher Schächte		800
- Sanierung öffentlicher Haltungen		-
- Abkoppelung privater Dränagen		5.000
Wormbach-Ost	**83.200**	
- Sanierung öffentlicher Schächte		4.200
- Sanierung öffentlicher Haltungen		39.000
- Abkoppelung privater Dränagen		40.000
Summe	**89.000**	
- hiervon öffentliche Kosten		**44.000**
- hiervon private Kosten		**45.000**

4.9.3.2 Alternative Maßnahmenkonzepte

Neben den oft aufwendigen und kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen im Kanalnetz können alternative Maßnahmen beim Betrieb der Regenbecken und Regenüberläufe die Mischwasseremissionen kurzfristig reduzieren.

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach dominiert das Trennsystem, lediglich das Wohngebiet Neue Ennest/Ennest im Osten Wormbachs wird mischentwässert. Alternativ zu den hier im Bericht vorgeschlagenen Maßnahmen zur Kanalsanierung und Abkoppelung privater Dränagen diskutiert die Stadt Schmallenberg mit langfristiger Perspektive über eine Entflechtung des Mischsystems und Umwandlung in ein reines Trennsystem. Parallel hierzu soll die Umsetzung der Dichtheitsprüfung privater Abwasserleitungen gemäß LWG NRW erfolgen.

Im Rahmen der im Anschluss des Untersuchungsvorhabens durchzuführenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) werden detaillierte modelltechnische Betrachtungen zu den möglichen alternativen Maßnahmenkonzepten vorgenommen.

4.9.4 Bewertung

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetz- und Kläranlagenemissionen sowie auf die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Fremdwasserschwerpunkte beurteilt.

Für das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach wurden zwei Fremdwasserschwerpunktgebiete aufgestellt. Es ist keine weitere Unterteilung vorgenommen worden, da die Einzugsgebiete klein sind und daher im Hauptsammler auch nur zwei aufeinanderfolgende stationäre Durchflussmessstellen angeordnet wurden.

Somit ergibt sich eine Bewertungsmatrix, die im Anhang C dokumentiert ist. Für das Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach können im Bereich Wormbach-Ost 255 Punkte und im Bereich Wormbach-West 129 Punkte in der Nutzwertanalyse erreicht werden. In Tabelle 140 und Bild 166 sind die Ergebnisse der Nutzwertermittlung tabellarisch bzw. grafisch zusammengestellt.

Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Tabelle 140: Nutzwerte des EZG der KA Schmallenberg-Wormbach

Rang	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
		Abwasser-abgabenrelevanz	Fremdwasser-reduzierung	Kanalnetz-emissionen	Kläranlagen-emissionen	Immissions-situation	**Summe**
1	Wormbach-Ost	150	18	1	80	6	**255**
2	Wormbach-West	60	29	0	34	6	**129**

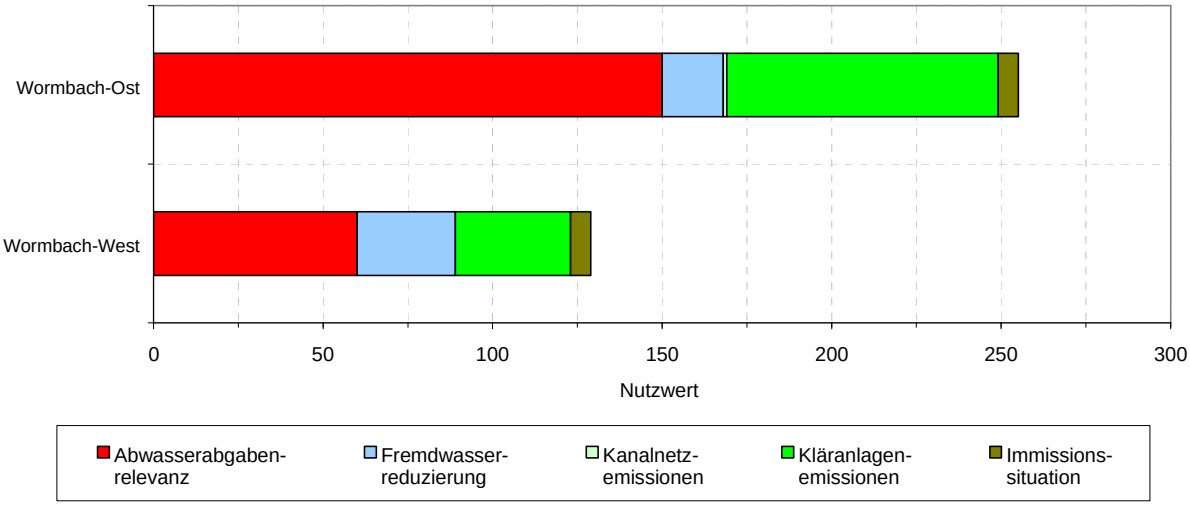


Bild 166: Zusammenstellung der Nutzwerte

Bei einer Fremdwasserreduzierung verringert sich die Jahresschmutzwassermenge anteilig, sodass eine signifikante Einsparung bei der zu zahlenden Abwasserabgabe zu erwarten ist. Im Ortsteil Wormbach-West fällt die Fremdwasserreduzierung mit 12 % geringer aus als im östlichen Ortsteil (57 %). Dennoch erzielen sowohl Wormbach-West mit 60 und Wormbach-Ost mit 150 Punkten insgesamt einen hohen Nutzwert für die Einsparung an Abwasserabgabe.

Durch die geringe Bebauungsdichte und bedingt durch die Morphologie des Geländes ist im westlichen Ortsteil von Wormbach nicht mit einem schadhaften Anstieg des Grundwasserspiegels durch die vorgeschlagenen Maßnahmen zu rechnen. Im östlichen Wormbach hingegen kann infolge der vielen angeschlossenen aktiven Gebäudedränagen und der dichten Bebauung ein Grundwasseranstieg nach Abschluss der Fremdwasserreduzierungsmaßnahmen nicht ausgeschlossen werden. Hier sind insbesondere bei einer Abkoppelung der

privaten Dränagen alternative Ableitungsmöglichkeiten für das Grundwasser aufzufinden. Beispielsweise kann das Grundwasser in die nahegelegene Weist oder den benachbarten Regenwasserkanal des Trennsystems geleitet werden. Diese Möglichkeiten sind im Einzelfall jeweils genauer zu untersuchen.

Im Einzugsgebiet der KA Schmallenberg-Wormbach sind im Bereich trennentwässerter Flächen keine Notentlastungen, hydraulische Überlastungen des Schmutzwasserkanalnetzes oder mangelnde Spülwirkungen bekannt. Die mischentwässerten angeschlossenen Flächen dominieren in ihren Abflüssen über das Trennsystem.

Die in diesem Bericht nicht bewertete, aber von der Stadt Schmallenberg langfristig angestrebte Entflechtung des Mischsystems im Wohngebiet Neue Ennest wird jedoch in Kombination mit der Auffindung von noch vermuteten weiteren fehlangeschlossenen Flächen eine Verbesserung des Einstau- und Entlastungsverhaltens des Stauraumkanals mit sich bringen.

Die Berechnungen des im System erforderlichen Gesamtspeichervolumens nach A 128 zeigen, dass nach einer Fremdwasserreduzierung kein weiteres Volumen zur Niederschlagswasserbehandlung gebaut werden muss. Das im System vorhandene Rückhaltevolumen von 178 m³ ist auch nach der Fremdwasserreduzierung mehr als ausreichend.

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers eine geringfügige Verbesserung der Reinigungsleistung erzielt werden. Basis war hierbei eine Eliminationsleistung der KA Schmallenberg-Wormbach im Jahr 2007 von 67 % beim Parameter CSB und 23 % beim Gesamtphosphor. Aufgrund eines zu geringen Datenkollektivs können beim Parameter Gesamtstickstoff für das Jahr 2007 keine Angaben gemacht werden. Ersatzweise wird hierfür das Jahr 2006 mit einem Wirkungsgrad für N_{ges} von 11 % herangezogen.

Bedingt durch die nur geringen Fremdwassermengen im Bereich Wormbach-West und die vormals eher niedrigen Wirkungsgrade auf der Kläranlage verbessert sich die Reinigungsleistung bei einer Fremdwasserreduzierung in diesem Bereich nur geringfügig. Im östlichen Wormbach jedoch sind durch den höheren Fremdwasseranfall bei Durchführung des Maßnahmenprogrammes deutliche Leistungssteigerungen auf der KA Schmallenberg-Wormbach zu erwarten.

Eine Beurteilung der Immissionssituation wird für die Wenne vorgenommen. Die Wenne zeigt im Bereich der Einmündung der Weiste (Wormbach) eine Gewässergüteklasse von I-II.

Bei einer Reduzierung der Emissionen aus dem System ist vermutlich aufgrund der geringen Schmutzfrachten mit keiner Veränderung zu rechnen.

Auch das Selbstreinigungsvermögen der Weiste und des Wormbaches im Bereich der KA Schmallenberg-Wormbach wird als hoch eingeschätzt, sodass der Nutzen einer Fremdwasserreduzierung für eine Verbesserung der Immissionssituation nur als gering bewertet wird.

Werden die Nutzwerte und die Sanierungskosten ins Verhältnis gesetzt, ergeben sich die in Tabelle 141 dargestellten Nutzwert-Kosten-Verhältnisse. Für den Ortsteil Wormbach-West liegt das Nutzwert-Kosten-Verhältnis mit 22,2 an erster Stelle, da es sich um wenige Maßnahmen mit geringen Kosten handelt. Das Reduktionspotenzial ist jedoch ebenfalls gering. Für den Stadtbereich Wormbach-Ost ergibt sich bei einem Nutzwert von 255 und Kosten von 83.200 € brutto ein Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 3,1.

Tabelle 141: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Rang	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Wormbach-West	129	5.800 €	**22,2**
2	Wormbach-Ost	255	83.200 €	**3,1**

Zusammenfassend sind in Bild 167 die in der Nutzwertanalyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in rot dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden.

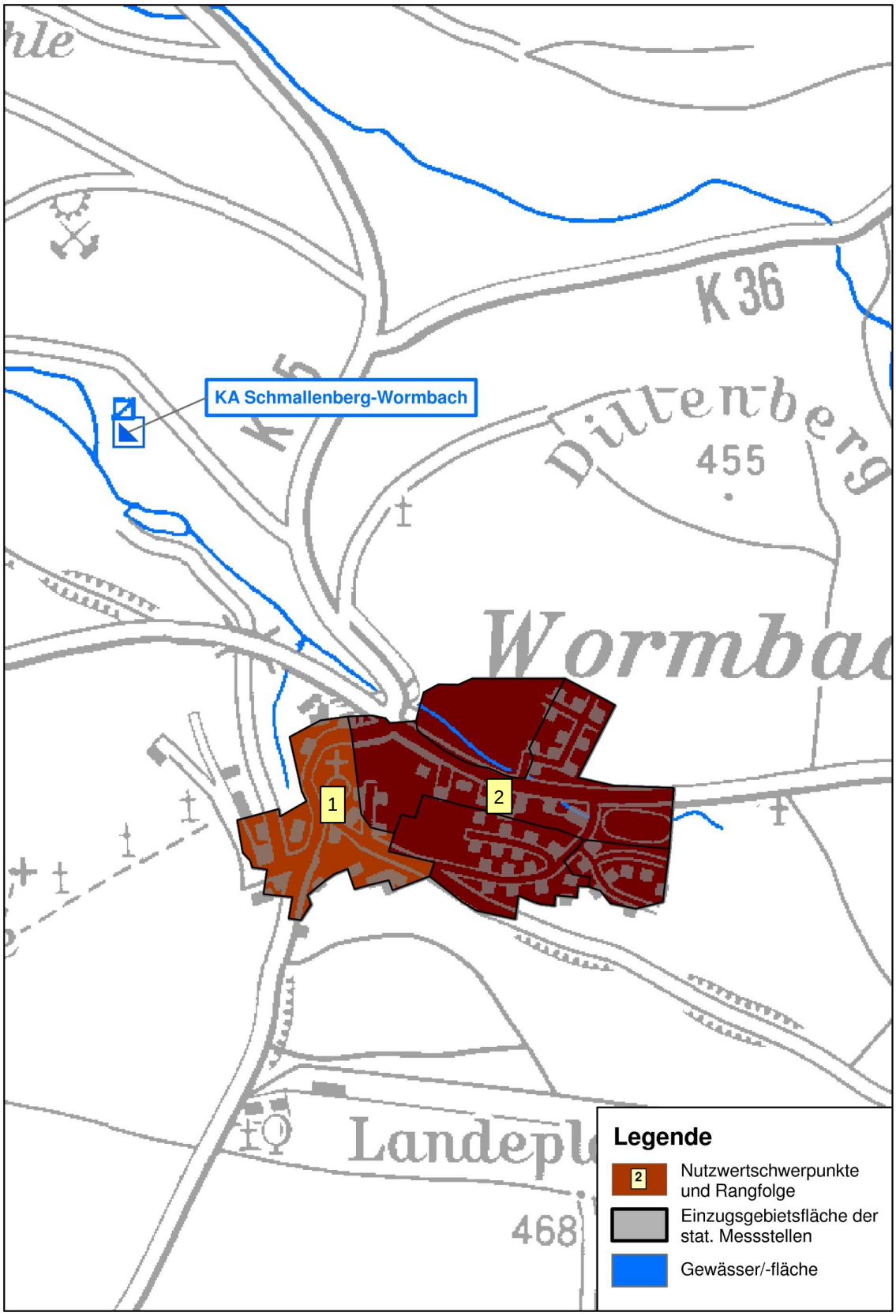


Bild 167: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

5 Kläranlage Volmetal

5.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

5.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Das Einzugsgebiet der KA Volmetal liegt im Märkischen Kreis am Mittellauf der Volme und erstreckt sich auf Teile der Städte Lüdenscheid, Halver und Kierspe. Es umfasst den westlichen Bereich von Lüdenscheid sowie von Halver die Ortsteile Ehringhausen und Oberbrügge. Von Kierspe entwässert zurzeit nur der Ortsteil Bollwerk zur KA Volmetal. Der Anschluss von Berken, Beckinghausen und Volme ist in naher Zukunft vorgesehen. In Kierspe erfolgt die Abwasserableitung ausschließlich im Trennsystem.

Das Einzugsgebiet der KA Volmetal ($A_{E,k}$ = 747 ha) ist weitestgehend durch Wohnbebauung geprägt. Gewerbe- und Industrieflächen mit zahlreichen mittelständischen Betrieben befinden sich ausschließlich in Lüdenscheid, vornehmlich in den Bereichen Lösenbachtal und Elspetal. Das größte Industrieunternehmen der Region ist die Fa. Hueck im Elspetal.

Zur Ableitung der Abwässer aus Kierspe (Schmutzwasser) und Halver (Mischwasser) zur KA Volmetal besteht ein Durchleitungsrecht durch das Lüdenscheider Kanalnetz. Die Abwässer werden über den Hauptsammler Ahelle abgeleitet.

Das Einzugsgebiet der KA Volmetal ist in Bild 168 dargestellt.

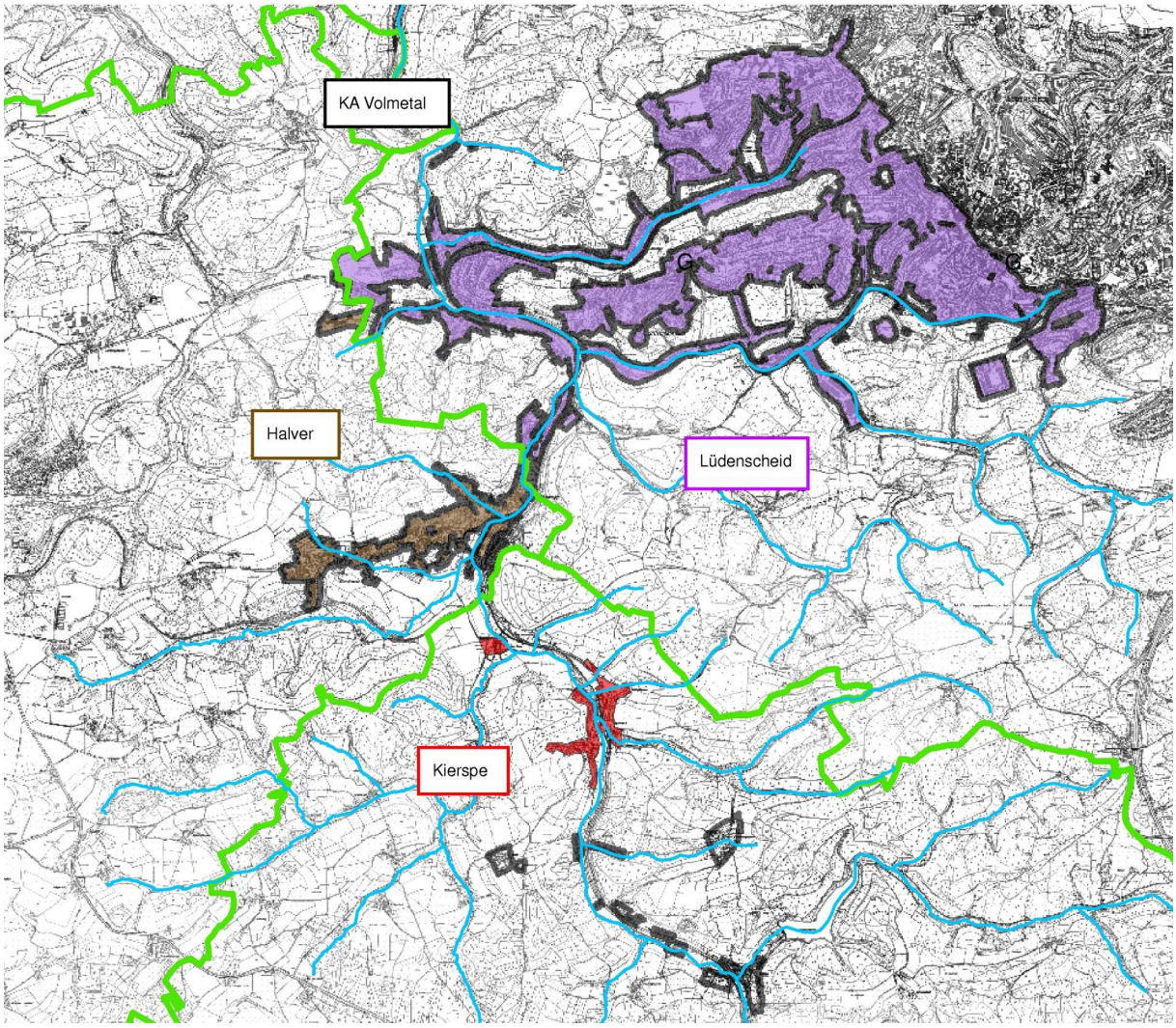


Bild 168: Einzugsgebiet der KA Volmetal

5.1.2 Hydrologie und Hydrogeologie

Die mittlere Jahresniederschlagshöhe im Einzugsgebiet der KA Volmetal beträgt ca. 1.245 mm/a. Diese Niederschlagshöhe ist charakteristisch für den Randbereich des Sauerlandes und liegt über der mittleren Niederschlagshöhe des Landes Nordrhein-Westfalen.

Die Bodenkarte des geologischen Dienstes NRW weist als vorherrschenden Bodentyp typische Braunerde aus. Entlang der Gewässer sind in der Regel der Vega-Gleye-Pseudogley (Volme) und der Auengley (Elspe u. Lösenbach) vorzufinden. Auenböden entstehen aus den Ablagerungen von Fließgewässern in Fluss- und Bachauen. Der stark schwankende Grundwasserspiegel und zeitweise auftretende Überschwemmungen führen zu sauerstoff- und nährstoffreichen Böden.

Auch der Auengley wird von den Wasserverhältnissen im Boden bestimmt. Gleye stehen dauerhaft unter dem Einfluss des Grundwassers. Die unteren Bereiche des Bodens sind ständig wassergesättigt, während die oberen Bereiche Schwankungen im Wasserhaushalt unterliegen. Diese stark wasserhaltigen Böden sind gerade in den Wintermonaten für erhöhte Fremdwassereintritte verantwortlich.

5.1.3 Siedlungsentwässerung

5.1.3.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das knapp 7,5 km² große Einzugsgebiet der KA Volmetal setzt sich zu rd. 88 % aus Flächen der Stadt Lüdenscheid, zu rd. 9 % aus Flächen der Stadt Halver und zu rd. 3 % aus Flächen der Stadt Kierspe zusammen. Von Kierspe entwässert zurzeit nur der Ortsteil Bollwerk zur KA Volmetal. Der Anschluss von Berken, Beckinghausen und Volme ist in naher Zukunft vorgesehen.

Die Entwässerung erfolgt zu 85 % im Mischsystem. Einige Flächen werden dabei im modifizierten Mischsystem entwässert, bei denen Regenwasser von größeren Dachflächen direkt in ein nahe gelegenes Gewässer geleitet wird.

Insgesamt beträgt die befestigte Fläche $A_{E,b}$ = 325 ha, was einem Befestigungsgrad von 44 % entspricht.

Zur Entlastung der Mischkanalisation bei größeren Niederschlagsereignissen sind zz. insgesamt zehn Niederschlagswasserbehandlungsanlagen in Form von vier Regenüberlaufbecken, sechs Stauraumkanälen und vier Regenüberläufen sowie eine Notentlastung im Kanalnetz integriert. Derzeit beträgt das Behandlungsvolumen im Einzugsgebiet der KA Volmetal rd. 8.940 m³.

Die Städte Kierspe, Halver und Lüdenscheid wenden seit etwa fünf Jahren den gesplitteten Abwassergebührenmaßstab zur Erhebung der Abwassergebühr an [27].

5.1.3.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der KA Volmetal vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu

quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der KA Volmetal für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet.

Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet.

In Bild 169 sind die Ergebnisse der Trockenwetterauswertung und die Ermittlung des Fremdwasserabflusses nach der Jahresschmutzwassermethode in Abhängigkeit der mittleren Jahresniederschlagshöhen der Stationen Lüdenscheid, Versetalsperre, Versetalsperre/Verwaltung, und Kierspe-Höckinghausen dargestellt.

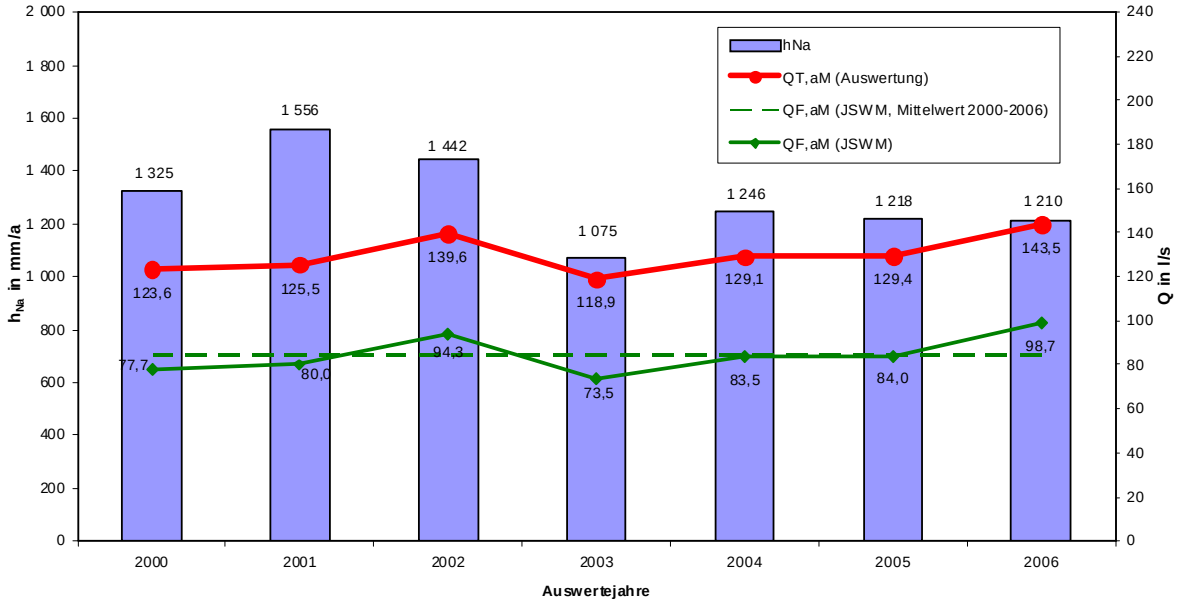


Bild 169: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Volmetal mit mittleren Jahresniederschlagshöhen für 2000 bis 2005

Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 119 l/s und 144 l/s und liegt i. M. bei 130 l/s. Es lässt sich eine Abhängigkeit vom Niederschlag erkennen, da die Abflusswerte gerade im regenreichen Jahr 2001 relativ stark ansteigen und im niederschlagsarmen Jahr 2003 stark abfallen. Im Einzugsgebiet der KA Volmetal beträgt der spezifische Trinkwasserverbrauch 120 l/(E · d). Die Einwohnerzahl sank zwischen 2000 und 2006 um ca. 0,5 % auf 30.730 E. Der industrielle Schmutzwasserabfluss wurde aus den Veranlagungslisten des Ruhrverbandes für die einzelnen Jahre berücksichtigt. Dieser ist mit 2,6 bis 3,1 l/s sehr gering und über den ausgewerteten Zeitraum

fast konstant geblieben. Der Unterschied des Trockenwetterabflusses der einzelnen Jahre ist daher ausschließlich auf den Fremdwasseranfall zurückzuführen, der zwischen 73,5 l/s und 98,7 l/s schwankt.

In Bild 170 und Bild 171 sind exemplarisch zwei Jahresganglinien des gleitenden 21-d Abflussminimums für ein nasses Jahr (2001) und ein trockenes Jahr (2003) dargestellt.

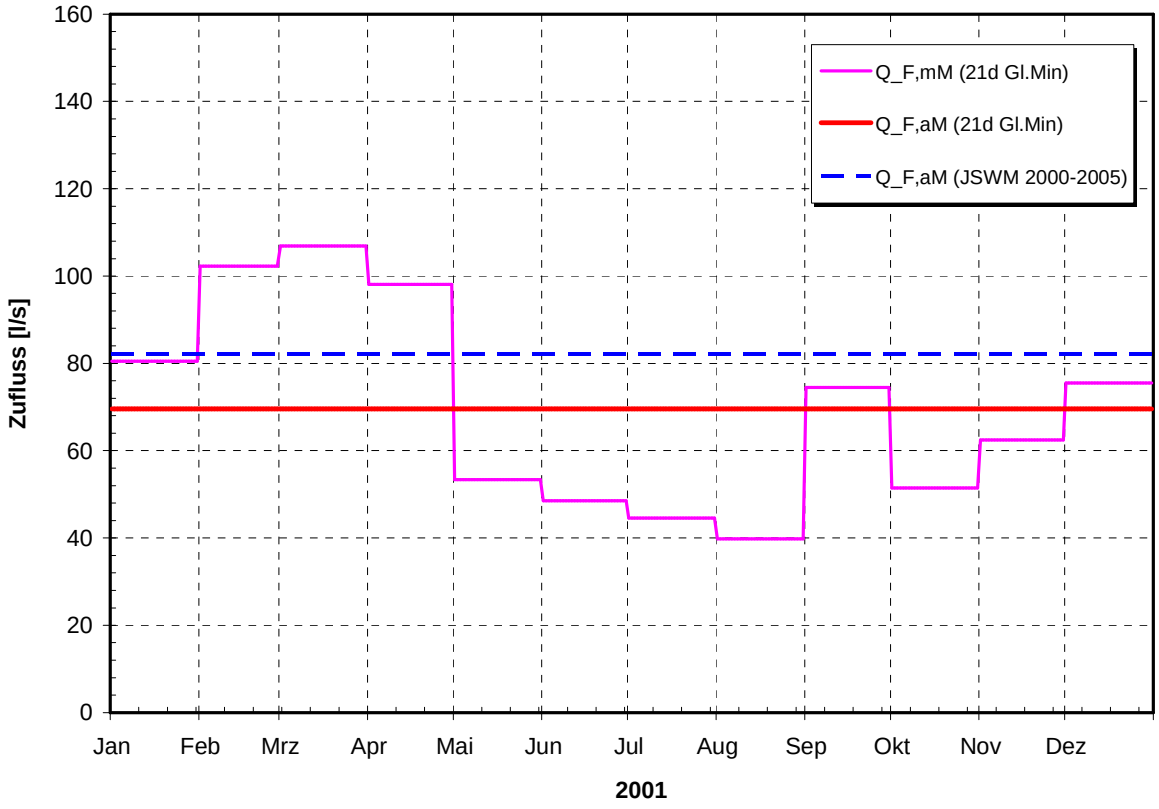


Bild 170: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums im nassen Jahr 2001 (h_{Na} = 1.556 mm)

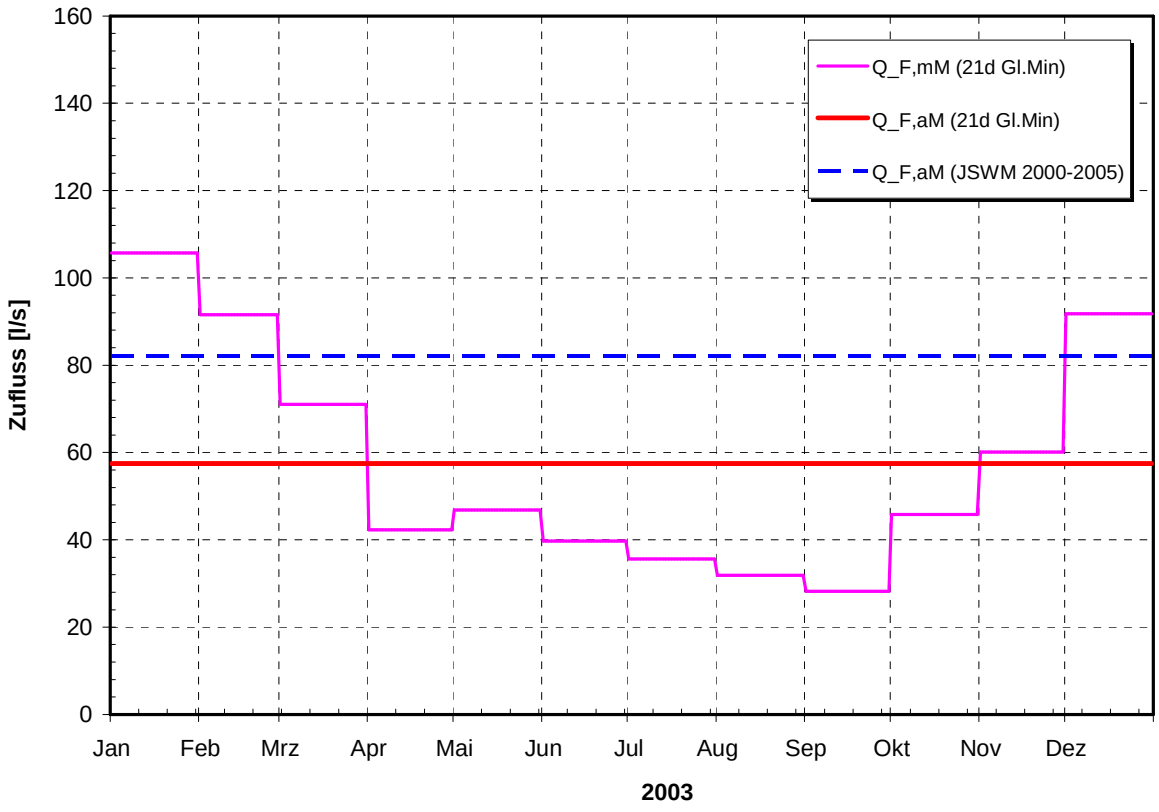


Bild 171: Jahresgang des gleitenden 21-d Minimums im trockenen Jahr 2003 (h_{Na} = 1.075 mm)

Die Schwankungen der Monatsmittelwerte innerhalb eines Jahres sind in beiden Jahren stark ausgeprägt. Im Jahr 2001 schwanken die Abflüsse zwischen 40 l/s im August und 107 l/s im März, im trockenen Jahr 2003 zwischen 28 l/s im September und 106 l/s im Januar.

Die Ergebnisse der einzelnen Auswertungen sind als Mittelwerte der Jahre 2000 bis 2006 in Tabelle 142 zusammengefasst.

Tabelle 142: Zusammenstellung der maßgeblichen Abflusskenngrößen als Mittelwerte (2000 - 2006)

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwert
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.296
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	4.097.918
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	129,9
Einwohner	E	E	30.642
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	120
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	42,6
Gewerblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	2,9
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	45,4
Einwohnerspez. Trockenwetterabfluss	$q_{T,aM}$	l/(E · d)	367
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	84,5
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Min.)	$Q_{F,aM}$	l/s	67,0
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	$q_{F,aM}$	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,27
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	186

Die hohe einwohnerspezifische Trockenwetterabflussspende q_T und der Fremdwasserzuschlag FWZ weisen das Einzugsgebiet der KA Volmetal als fremdwasserbelastet aus. Auch die Fremdwasserabflussspende q_F bezogen auf die befestigte Fläche im Einzugsgebiet liegt deutlich über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 genannten oberen Anhaltswert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$).

Im Untersuchungsjahr 2007 betrug die Jahresniederschlagshöhe 1.483 mm (Station KA Volmetal), sie liegt rd. 14 % über dem Mittelwert der Jahre 2000 bis 2006.

Reinigungsleistung der Kläranlage

Die KA Volmetal wurde im Jahr 1997 in Betrieb genommen. Sie ist bemessen für 33.500 EW, entspricht der Größenklasse 4 und ist ausgelegt für einen Mischwasserzufluss von 410 l/s.

Eine Analyse der Betriebsdaten der Kläranlage bietet einige Anhaltspunkte über das zufließende Fremdwasser. Grundlage für die Auswertung ist ein Datenkollektiv der Jahre 2001 bis 2006. In Tabelle 143 sind die ausgewerteten Ergebnisse der Zulaufkonzentrationen zusammengefasst und Indikatoren für einen hohen Fremdwasseranfall der DWA-Arbeitsgruppe „Fremdwasser“ gegenübergestellt. Geringe Konzentrationen im Zulauf zur Kläranlage sind

ein Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ > 100 %), sodass eine Verdünnung der Zulaufkonzentrationen vorliegt [11].

Tabelle 143: Zulaufkonzentrationen zur KA Volmetal (2001 – 2006)

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall [11]
CSB	377	506	< 400 mg/l
TKN	35,9	45,1	< 35 mg/l
P_{ges}	6,1	7,8	< 6 mg/l

Die 85-Perzentile liegen oberhalb der Indikatoren, sodass die Zulaufkonzentrationen keinen Rückschluss auf eine hohe Fremdwasserbelastung zulassen. Lediglich einige Mittelwerte der erfassten Parameter unterschreiten die Indikatorgrenzen.

In Tabelle 144 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Volmetal (Größenklasse 4) für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 °C) und P_{ges} im Jahr 2007 zusammengestellt.

Tabelle 144: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Volmetal im Jahr 2007

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination [%]
CSB	90
N_{ges} (≥ 12 °C)	73
P_{ges}	88

5.1.3.3 Kanalnetz

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Die digitalen Kanalkataster der Städte Lüdenscheid, Halver und Kierspe lagen zur Festlegung der Messstellen komplett vor. Die Kanalnetze sind vollständig TV-inspiziert worden.

Einstau- und Entlastungssituation der Regenbecken

Für die NWB-Anlagen SK Poststraße, SK Heerstraße und SK Vömmelbach in Halver sowie SK Oeneking, RÜB/SK KA Elspetal, SK Elsper Hammer, RÜB Schlade, RÜB Märkenstück, SK Mozartstraße und RÜB/SK Brügge in Lüdenscheid liegen Aufzeichnungen über Einstaudauer und Entlastungshäufigkeit für die Jahre 1995 bis 2006 vor. Die Anzahl der auswertbaren Messtage schwankt dabei zwischen 458 und 2.796 Tagen.

Die Auswertung der Daten in Bild 172 zeigt, dass die NWB-Anlage RÜB/SK Brügge mit 101 d/a am häufigsten eingestaut ist. Im Mittelfeld liegen die Anlagen RÜB/SK KA Elspetal, SK Heerstraße, SK Elsper Hammer und das RÜB Märkenstück mit 52 bis 20 Einstautagen. Die Stauraumkanäle SK Poststraße, SK Oeneking, SK Vömmelbach und das RÜB Schlade waren mit 10 und weniger Einstautagen unauffällig.

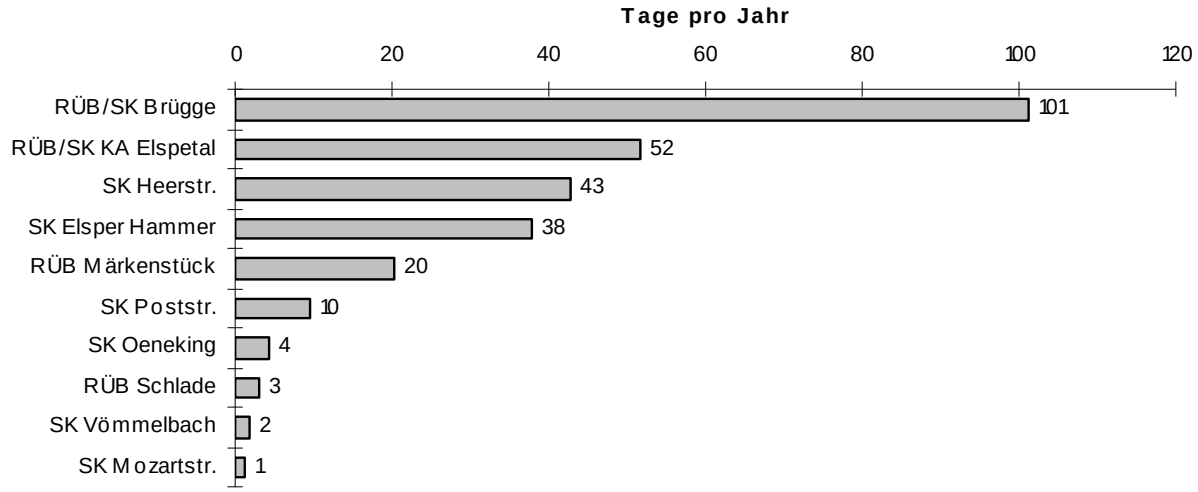


Bild 172: Mittlere jährliche Einstaudauern der Regenbecken und Stauraumkanäle (1995 - 2006)

Bei der Entlastungsdauer zeigen die Bauwerke ein ähnliches Verhalten wie bei den Einstaudauern (s. Bild 173). Das RÜB/SK Brügge entlastet mit 54 d/a mit Abstand am häufigsten und die Stauraumkanäle SK Mozartstraße und SK Vömmelbach am wenigsten.

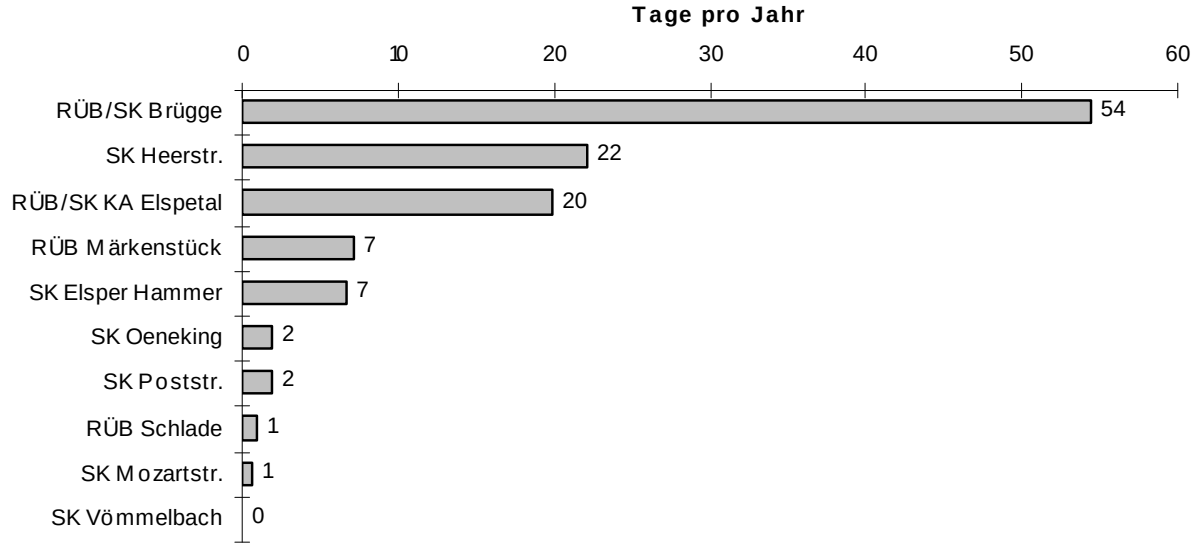


Bild 173: Mittlere jährliche Entlastungsdauern der Regenbecken und Stauraumkanäle (1995 - 2006)

5.1.3.4 Immissionssituation der Gewässer

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper mit Einzugsgebieten > 10 km² zurückgegriffen [14]. Darin wurden die bestehenden Belastungen von der Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltung Hagen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Mit Hilfe der Bestandsaufnahme soll beurteilt werden, ob es eindeutige Hinweise auf den Einfluss von Niederschlags- bzw. Abwassereinleitungen auf die Gewässer gibt.

Als aufnehmendes Gewässer für die Abflüsse aus den meisten Niederschlagswasserbehandlungsanlagen (SK Poststraße, SK Heerweg, SK Vömmelbach, SK Elsper Hammer, RÜB Schlade, RÜB/SK Brügge), dem RÜ Schiefe Ahelle und der KA Volmetal wird die leistungsstarke Volme genutzt.

Weitere Einleitungsgewässer sind die Elspe (RÜB/SK KA Elspetal), der Oenekingbach (SK Oeneking), der Volksfelder Bach (RÜ Kölner Straße) sowie der Lösenbach (RÜB Märkenstück, SK Mozartstraße, RÜ Im Stoberg, RÜ Parkstraße).

Neben der Volme als Hauptgewässer ist nur die Elspe im Rahmen der Bestandsaufnahme für die EU-Wasserrahmenrichtlinie bewertet worden.

Die Volme ist im Ruhrgütebericht 2006 [39] durchgängig in die Gewässergüteklasse II eingestuft. In der Bestandsaufnahme für die EU-WRRL im Kläranlageneinzugsgebiet wurde das Gewässer in zwei Gewässerabschnitte unterteilt.

Der erste Abschnitt (DE_NRW_2768_35465) umfasst den Bereich Meinerzhagen bis Oberbrügge. Hier werden aus dem EZG der KA Volmetal nur die Regenwasserabflüsse aus dem Trennsystem Kierspe eingeleitet. Dieser Gewässerabschnitt ist hinsichtlich der Gewässergüte und der Gewässerstruktur als unkritisch eingestuft. Die bewerteten allgemeinen chemischen und physikalischen Komponenten sind bis auf N, P und NH_4 unkritisch, nicht bewertet wurden TOC, AOX, Cu, Zn, Ni und Pb.

Der untere Abschnitt (DE_NRW_2768_29744) umfasst den Bereich Oberbrügge bis Stephansohl. Hier werden die Entlastungsabflüsse der Behandlungsanlagen SK Poststraße, SK Heerstraße, SK Vömmelbach, SK Elsper Hammer, RÜB Schlade, RÜB/SK Brügge und das gereinigte Abwasser der KA Volmetal eingeleitet. Dieser Gewässerabschnitt ist hinsichtlich der Gewässergüte (II) als unkritisch, die Gewässerstruktur hingegen als kritisch einge-

stuft. Die allgemeinen chemischen und physikalischen Komponenten sind bis auf Ni, Pb, Zn, Cu und pH unkritisch, nicht bewertet wurde N.

Die Elspe ist im Ruhrgütebericht 2006 [39] in die Gewässergüteklassen II (Quelle bis Volksfelder Bach) und II-III (Volksfelder Bach bis Mündung in die Volme) eingestuft. In der Bestandsaufnahme für die EU-WRRL im Kläranlageneinzugsgebiet wurde das Gewässer in zwei Gewässerabschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt (DE_NRW_276856_2900) umfasst den Bereich Quelle bis zum Zufluss des Volksfelder Baches. Dieser Gewässerabschnitt ist sowohl hinsichtlich der Gewässergüte (II) als auch der Gewässerstruktur als unkritisch eingestuft. Die chemisch-physikalischen Komponenten sind alle unkritisch.

Der untere Abschnitt (DE_NRW_276856_0) umfasst den Bereich Zufluss Volksfelder Bach bis Mündung in die Volme. Hier werden die Entlastungsabflüsse aus dem RÜB/SK KA Elspetal eingeleitet. Der Gewässerabschnitt ist bezüglich der Gewässergüte und der Gewässerstruktur als kritisch eingestuft. Die chemisch-physikalischen Komponenten sind jedoch wie im oberen Abschnitt, abgesehen von Ci, Zn, Ni und Pb, die nicht bewertet wurden, unkritisch. In der Bestandsaufnahme nicht berücksichtigt sind der Volksfelder Bach, der Oenekingbach und der Lösenbach.

Die Volme und die Elspe sind hinsichtlich des Fließgewässers in die Typenklasse 5 eingestuft.

5.1.4 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Schon in der Vergangenheit wurden seitens des Stadtentwässerungsbetriebes Lüdenscheid (SEL) Untersuchungen zur Lokalisierung von Fremdwasserquellen im Rahmen der Kamerabefahrungen vorgenommen. Dabei haben sich die Bereiche Lösenbachtal und Elspetal als enorm fremdwasserträchtig herauskristallisiert, insbesondere die Nebensammler in der Lösenbacher Landstraße.

Im EZG Kierspe wurden in der Vergangenheit insbesondere bei Regen und nach Regentagen Abflüsse, die um ein Mehrfaches über dem SW-Abfluss lagen, festgestellt.

Auch das EZG Halver ist seit langem - ohne die Fremdwasserschwerpunkte zu kennen - als fremdwasserträchtig bekannt.

5.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

5.2.1 Messprogramm

5.2.1.1 Stationäre Abflussmessungen und Handmessungen

Zur Erfassung des Fremdwasserzutritts wurde das Einzugsgebiet in kleinere Teileinzugsgebiete unterteilt, die mit stationären Durchflussmessgeräten versehen wurden. Diese wurden an 12 Messorten über 6 Monate (Januar – Juni 2007) betrieben. Neben den bereits vorhandenen Abflussmessungen auf der Kläranlage und im Ablauf des RÜB/SK KA Elspetal und des RÜB/SK Brügge erfolgte der Einbau von 7 weiteren Messgeräten im Kanalnetz.

An vier Messstellen wurde jeweils während der halben Messperiode gemessen. Im Einzelnen waren das die Messstellen Mst_08 RÜB Märkenstück und Mst_07 SK Mozartstraße (erste Hälfte der Messperiode) sowie die Messstellen Mst_05 Kölner Straße und Mst_06 Pöppelsheim (zweite Hälfte der Messperiode).

In Bild 174 ist die Anordnung der Durchflussmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten und Einwohnerzahlen wurden aus der Grundlagenermittlung der noch zu erstellenden Integralen Entwässerungsplanung für die KA Volmetal entnommen. Weitere abflussspezifische Kenndaten der jeweiligen Messstelleneinzugsgebiete sind in Tabelle 145 aufgelistet.

Tabelle 145: Messstellenkenndaten im EZG der KA Volmetal

Mst.-Nr.	Messstellen-bezeichnung	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
		gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
EZG Kierspe							
Mst_01	HS B54 Rhadermühle	0,4	0,4	0,1	0,1	0,5	0,5
EZG Halver							
Mst_02	Halver-Oberbrügge	3,6	3,1	0,1	-	3,6	3,2
EZG Lüdenscheid							
Mst_05	Talstraße Kreuzung Kölner Str.	9,5	9,5	0,2	0,2	9,7	9,7
Mst_06	Abfluss Pöppelsheim	3,6	3,6	-	-	3,6	3,6
Mst_263	Abfluss RÜB/SK Elspetal	20,8	7,7	1,0	0,8	21,8	8,5
Mst_03	Ahellesammler Brügge	27,8	3,5	1,5	0,4	29,3	3,8
Mst_07	Zufluss SK Mozartstr.	3,9	3,9	0,4	0,4	4,3	4,3
Mst_08	Zufluss RÜB Märkenstück	3,7	3,7	0,1	0,1	3,8	3,8
Mst_09	HS Lösenbacher Landstr.	10,1	2,5	1,1	0,6	11,2	3,1
Mst_10	HS Ende Lösenbach-tal	11,0	0,9	1,4	0,3	12,4	1,2
Mst_258	Abfluss RÜB/SK Brügge	42,6	3,8	3,5	0,6	46,1	4,4
Mst_22	Abfluss KA Volmetal	42,6	3,8	3,5	0,6	46,1	4,4

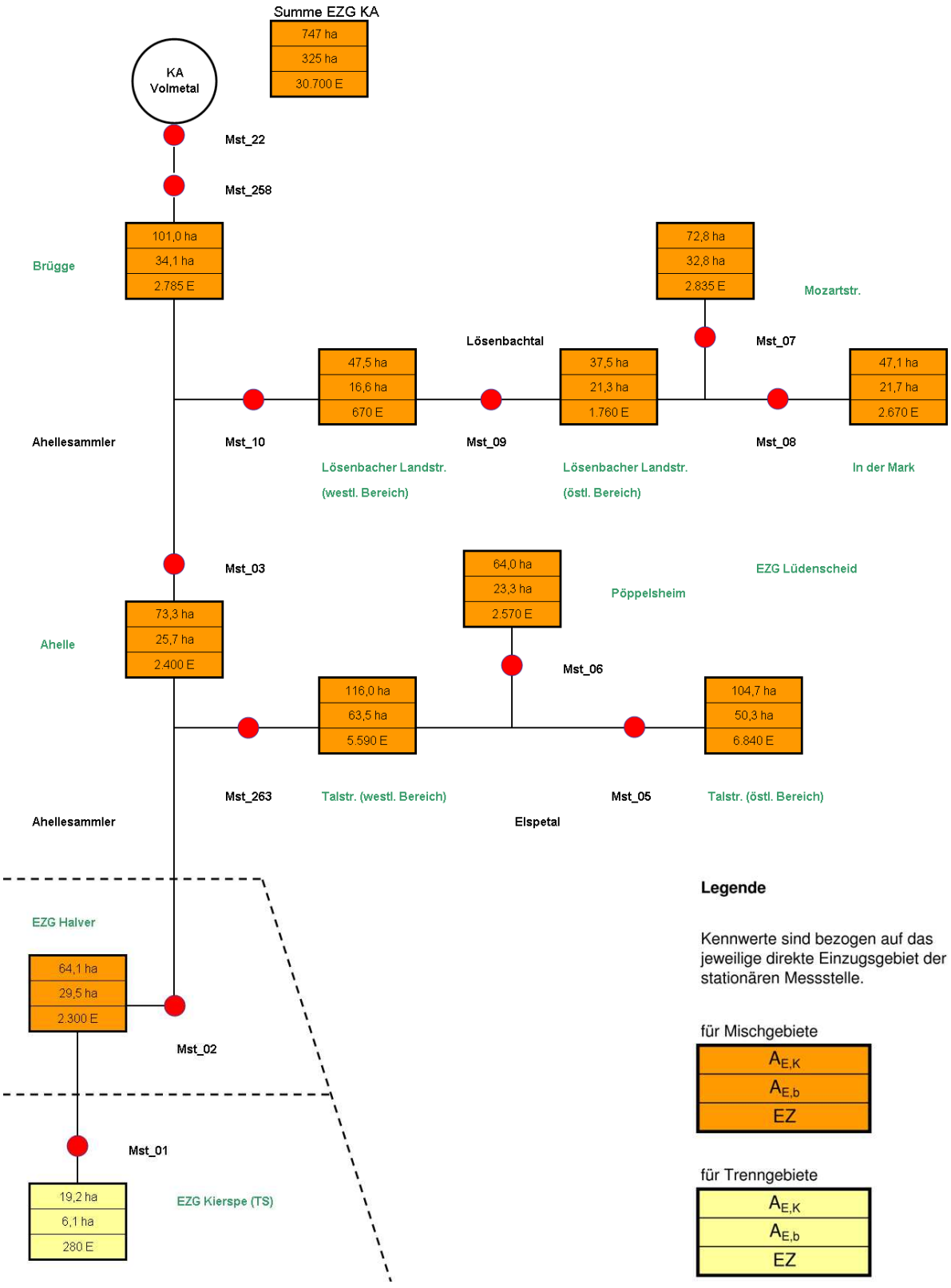


Bild 174: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen

Die einzelnen Messstellen werden nachfolgend beschrieben. Die Lage der Messstellen ist unter den o. g. Messstellennummern im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde gemeinsam mit den Städten Lüdenscheid, Halver und Kierspe festgelegt und zwischen Ende Dezember 2006 und Anfang Juli 2007 durchgeführt.

Die Anordnung der Messstellen orientiert sich zum einen daran, dass die Abflüsse aller drei Städte separat erfasst werden, zum anderen an der Struktur des EZG der KA Volmetal. Bedingt durch die kleinen Einzugsgebiete sowie die begrenzte Anzahl der Durchflussmessgeräte wurde daher in Kierspe und Halver jeweils am Ende des städtischen Kanalnetzes eine Messstelle angeordnet. Kierspe wurde über die Messstelle Mst_01 (HS B54 Rhadermühle) und Halver über die Mst_02 (Halver-Oberbrügge) erfasst.

In Lüdenscheid orientierte sich die Anordnung der Messstellen an der Struktur des Einzugsgebietes, den Tälern Elspetal, Lösenbachtal und Ahellesammler sowie den bekannten Fremdwasserschwerpunkten.

Das Elspetal wurde über die gesamte Messperiode über die Messstelle Mst_263 (RÜB/SK KA Elspetal) und in der zweiten Hälfte des Messzeitraums über die Messstellen Mst_05 (Talstraße/Kölner Straße) sowie Mst_06 (Abfluss Pöppelsheim) erfasst.

Um den Fremdwasserabfluss des Lösenbachtals zu erfassen, wurden während der gesamten Messperiode Messungen an der Mst_10 (HS Ende Lösenbachtal) und Mst_09 (HS Lösenbacher Landstraße) vorgenommen. Zusätzlich wurden zur Erfassung der oberhalb befindlichen Gebiete in der ersten Hälfte des Messzeitraums Messungen an den Messstellen Mst_07 (Zufluss SK Mozartstraße) und Mst_08 (Zufluss RÜB Märkenstück) durchgeführt.

Im Bereich des Ahellesammlers waren zwei Messstellen während des gesamten Messzeitraums in Betrieb. Über die Mst_03 (Ahellesammler Brügge) wurden der Bereich von der Stadtgrenze Halver (Mst_02) bis unterhalb des RÜB Schlade sowie der untere Teil des Elspetals unterhalb der Mst_263 (RÜB/SK KA Elspetal) erfasst. Weiter unterhalb erfolgte eine weitere Messung mit dem MID des RÜB/SK Brügge (Mst_258), mit dem die Abflüsse aus dem Bereich Brügge sowie die der Mst_03 und Mst_10 aufgezeichnet wurden.

Letzte Messstelle war die Abflussmessung auf der KA Volmetal. Mit Hilfe der Mst_22 konnte der gesamte Zufluss zur KA Volmetal bestimmt werden.

In Tabelle 146 folgt eine Auflistung aller Abflussmessungen mit Ein- und Ausbaudatum, Laufzeit und Art des Messgerätes. Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Span-

nungsabfall oder durch bestätigte Messsonden, führen zu Datenlücken, sodass Mess- und Laufzeit teilweise voneinander abweichen.

Tabelle 146: Übersicht der Abflussmessungen im EZG KA Volmetal

Mst-Nr.	Messstellenbezeichnung	Mess-gerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
EZG Kierspe						
Mst_01	HS B54 Rhadermühle	UGSH	07.12.06	10.07.07	215	211
EZG Halver						
Mst_02	Halver-Oberbrügge	UGSH	14.12.06	10.07.07	208	198
EZG Lüdenscheid						
Mst_05	Talstr. Kreuzung Kölner Str.	UGSH	20.03.07	11.07.07	113	113
Mst_06	Abfluss Pöppelsheim	UGSH	20.03.07	10.07.07	113	113
Mst_263	Abfluss RÜB/SK Elspetal	MID	01.12.06	09.07.07	220	218
Mst_03	Ahellesammler Brügge	UGSH	14.12.06	02.08.07	231	203
Mst_07	Zufluss SK Mozartstr.	UGSH	14.12.06	20.03.07	96	96
Mst_08	Zufluss RÜB Märkenstück	UGSH	14.12.06	20.03.07	96	96
Mst_09	HS Lösenbacher Landstr.	UGSH	14.12.06	11.07.07	209	209
Mst_10	HS Ende Lösenbachtal	UGSH	14.12.06	02.08.07	231	189
Mst_258	Abfluss RÜB/SK Brügge	MID	01.12.06	09.07.07	220	220
Mst_22	Abfluss KA Volmetal	MID	01.12.06	26.07.07	237	237

Die gewonnenen Abflussmessdaten jeder Messstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Zunächst erfolgte eine visuelle Prüfung verschiedener Messreihen, wie z. B. Wasserstands- und Abflussmessung. Als Nächstes wurden die Messdaten durch Vergleichsmessungen kalibriert und schließlich eine Summenkontrolle der Abwassermenge nach Vereinigungen durchgeführt. Abschließend wurden alle Messstellen aufgrund ihrer Aufzeichnungsqualität bewertet.

Die Datenqualität wurde seitens der RWG bis auf die Mst_07, Mst_10 und Mst_258 als „sehr gut“ bis „gut“ eingestuft.

An der Mst_07 und Mst_10 traten Fließverhältnisse im schießenden Bereich auf. Beide Messreihen, bewertet mit mittlerer Qualität, können zwar für die weitere Auswertung hinzugezogen, sollten jedoch mit benachbarten Messstellen verglichen werden.

Die Daten der Mst_258 haben sich aufgrund des ungedükerten MID für eine Trockenwetterauswertung als nicht brauchbar erwiesen.

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in Lüdenscheid, Halver und Kierspe zwischen dem 01.02.2007 und dem 14.11.2007 an 15 Tagen Handmessungen zur Erfassung des momentanen Durchflusses im Kanal durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere die Gebiete näher untersucht, die im Rahmen des Messprogramms als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert wurden.

Es wurden im EZG Kierspe Handmessungen entlang der Volme durchgeführt. Das EZG Halver wurde insgesamt untersucht. In Lüdenscheid erstreckten sich die Handmessungen über die Bereiche Ahellesammler, Elspe- und Lösenbachtal.

Anzumerken ist, dass der gemessene Wert nur eine Momentaufnahme des Abflusses ist. Aussagen über evtl. Niederschlagsnachläufe oder den Schmutzwassertagesgang können nicht gemacht werden. Um möglichst verlässliche Daten zu bekommen, wurden die Handmessungen vermehrt wiederholt.

5.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regentagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen erforderlich. Da die Niederschlagsmenge und -intensität insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurden im Einzugsgebiet der KA Volmetal vier Regenschreiber vorgesehen.

Zur Erfassung der beschriebenen Messwerte wurde der vorhandene Regenschreiber des Ruhrverbandes auf der KA Volmetal genutzt. Zusätzlich stellte die Bezirksregierung Arnsberg Daten der Regenschreiber Lösenbachtal und KA Kierspe zur Verfügung. Die von der Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltung Hagen ausgelesenen und geprüften Daten wurden durchgängig vom 01.12.2006 bis 02.07.2007 zur Verfügung gestellt. Zur Verdichtung des Niederschlagsmessnetzes wurde ergänzend eine Klimastation auf dem Gelände des RÜB/SK KA Elspetal aufgestellt. In der Tabelle 147 sind die Messstellen mit den Ein- und Ausbaudaten zusammengefasst.

Tabelle 147: Zusammenstellung der Niederschlagsmessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_50	Regenschreiber Lösenbachtal	-	-
Mst_51	Klimastation Elspetal	09.01.2007	02.08.2007
Mst_52	Regenschreiber KA Volmetal	08.12.2006	08.10.2007
Mst_53	Regenschreiber KA Kierspe	-	-
Mst_54	Regenschreiber Versetalsperre	01.12.2006	01.08.2007

Neben den während der Messkampagne ausgelesenen Niederschlagsschreibern wurde zur Einordnung der Niederschlagssummen das langjährige Mittel der Jahre 2000 bis 2006 ausgewertet. Dazu wurden die der KA Volmetal zugeordneten Niederschlagsmessstationen (Kierspe-Höckinghausen, Versetalsperre, Versetalsperre/Verwaltung, KA Volmetal und Lüdenscheid) herangezogen. In Tabelle 148 sind die monatlichen Niederschlagshöhen und das langjährige Monatsmittel zusammengetragen.

Tabelle 148: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel

Monat	2007					2000 - 2006
	Lösenbachtal (Mst_50) N [mm]	Elspetal (Mst_51) N [mm]	KA Volmetal (Mst_52) N [mm]	KA Kierspe (Mst_53) N [mm]	Mittelwert N [mm]	(DWD) N [mm]
Januar	195	118	216	256	196	132
Februar	128	120	139	156	136	134
März	140	126	151	158	144	99
April	1	1	4	1	2	85
Mai	184	174	- [1)]	201	- [1)]	89
Juni	112	112	- [1)]	120	- [1)]	77
Summe	**761**	**652**	**-**	**892**	**-**	**616**

[1)] erhebliche Messdatenausfälle

Ein Vergleich der aktuellen Messwerte mit dem langjährigen Mittel zeigt, dass das Jahr 2007 zunächst im Januar sehr nass begann und der Monat Februar dem langjährigen Mittel entsprach. Die Monate März, Mai und Juni waren durchweg nasser als das Mittel der letzten sechs Jahre.

Auffällig im Jahr 2007 waren die extrem nassen Monate Januar und Mai sowie der außergewöhnlich trockene April mit kaum Niederschlag. Insgesamt gesehen war das erste Halbjahr

2007 ein eher nasses Halbjahr mit einer Niederschlagssumme von rd. 733 mm gegenüber 616 mm im langjährigen Mittel.

In Bild 175 ist der Verlauf der durchschnittlichen Temperatur des jeweiligen Tages und der täglichen Niederschlagshöhen aufgetragen. Die gelbe Markierung zeigt Frostperioden, an denen die Lufttemperatur < 0℃ lag. Während dieser Zeit wird der Niederschlag in Form von Schnee zwischengespeichert und später abflusswirksam. In Tabelle 149 sind die durchschnittlichen Monatstemperaturen während des Messzeitraumes an der Klimastation in Lüdenscheid aufgeführt.

Tabelle 149: Monatliche Durchschnittstemperaturen an der Klimastation in Lüdenscheid

Monat	Lüdenscheid (Mst_51) T [℃]
Januar 2007	4,4
Februar 2007	4,8
März 2007	6,1
April 2007	12,4
Mai 2007	14,4
Juni 2007	17,4

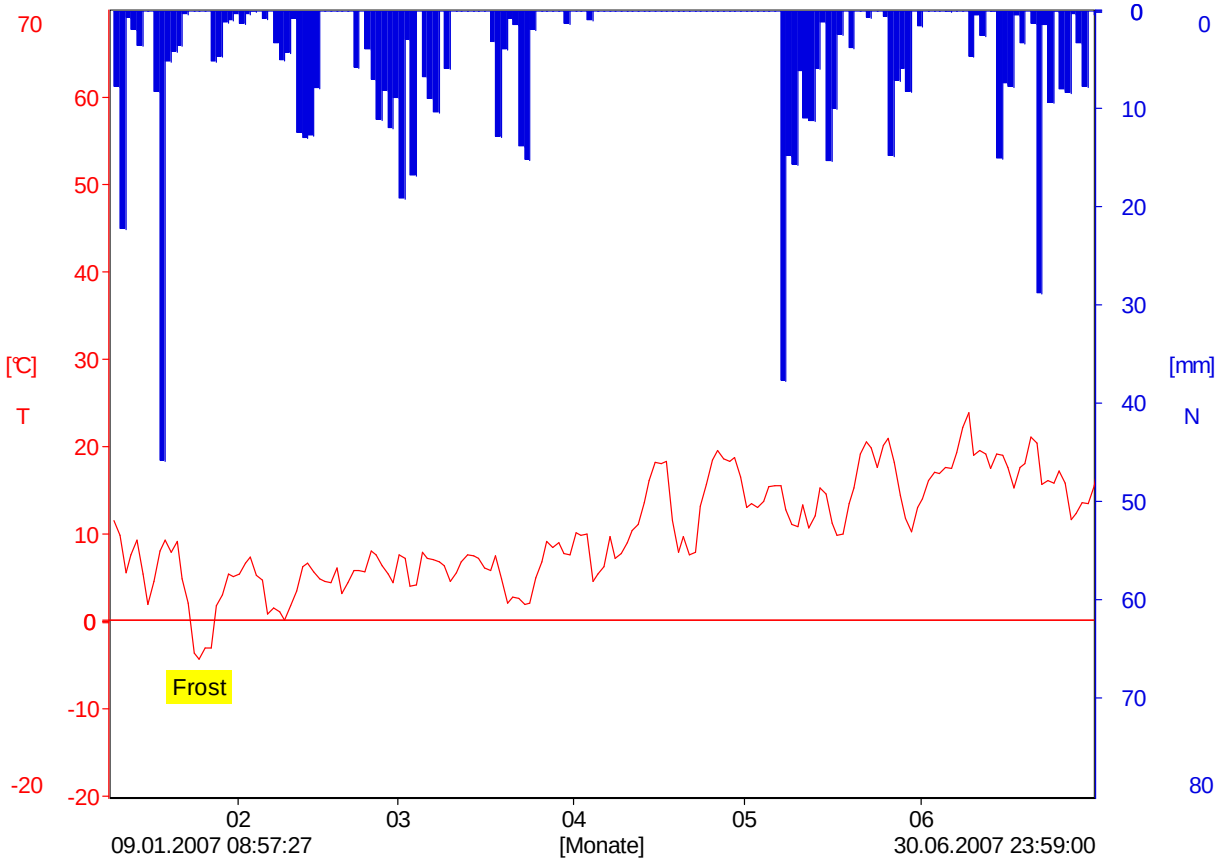


Bild 175: Niederschlag und Temperaturverlauf während der Messperiode an der Mst_51

Es wird deutlich, dass die mittleren Tagestemperaturen in den Wintermonaten - abgesehen von wenigen Tagen im Januar und Februar - immer über dem Gefrierpunkt lagen. Die Durchschnittstemperatur in diesem Zeitraum bewegte sich zwischen 4 ℃ und 6 ℃.

5.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Um die Abhängigkeit zwischen Fremdwasseranfall und Grundwasserstand zu analysieren, ist es notwendig, in den einzelnen Teileinzugsgebieten mit einem erhöhten Fremdwasseranfall Grundwassermessstellen einzurichten. Besonders die parallel zur Volme bzw. zur Elspe und zum Lösenbach verlegten Hauptsammler sind von stark schwankenden Grundwasserständen betroffen, die wiederum von den Wasserständen der Fließgewässer beeinflusst werden.

Eine Grundwassermessstelle wurde durch eine Rammsondierung in Halver im Bereich Volmestraße/Heerstraße (Mst_60, Oberbrügge) nahe der Volme und ein zweiter Grundwasserpegel in Lüdenscheid-Lösenbachtal unterhalb des SK Mozartstraße im Nahbereich des Lösenbachs errichtet (Mst_61).

Für die Mst_60 Oberbrügge liegen Daten vom 16.01.2007 bis 11.07.2007 vor. Die Pegelrohroberkante liegt 1,00 m oberhalb der Geländeoberkante.

Die Mst_61 Lösenbach wurde am 16.01.2007 in Betrieb genommen und am 11.07.2007 ausgebaut. Die Pegelrohroberkante liegt 0,95 m oberhalb der Geländeoberkante.

5.2.1.4 Wasserstandsmessungen an Regenbecken

Über Wasserstandsmessungen an Sonderbauwerken in der Kanalisation lassen sich Rückschlüsse auf den Fremdwasserabfluss und die Auslastung der Niederschlagswasserbehandlung ziehen. Hierbei konnte auf die unter Kapitel 5.1.3 beschriebenen Wasserstandsmessungen an den Stauraumkanälen Vömmelbach (Mst_751), Heerstraße (Mst_752), Poststraße (Mst_754), Oeneking (Mst_762), Elsper Hammer (Mst_764), Mozartstraße (Mst_760) sowie den Regenüberlaufbecken Elspetal (Mst_763), Schlade (Mst_765), Märkenstück (Mst_759) und Brügge (Mst_758) zurückgegriffen werden.

In Tabelle 150 sind die Wasserstandsmessstellen der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen aufgeführt. Das auswertbare Datenmaterial erstreckt sich über 6 Monate. Die Zuverlässigkeit der Messungen kann überwiegend als „gut“ bis „sehr gut“ eingestuft werden. Die Anzahl der auswertbaren Messtage liegt zwischen 172 und 189 Tagen.

Tabelle 150: Übersicht der Wasserstandsmessungen in NWB-Anlagen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_751	SK Vömmelbach	01.01.07	09.07.07	189	189
Mst_752	SK Heerstr.	01.01.07	09.07.07	189	189
Mst_754	SK Poststr.	01.01.07	09.07.07	189	189
Mst_762	SK Oeneking	01.01.07	09.07.07	189	189
Mst_763	RÜB/SK KA Elspetal	01.01.07	09.07.07	189	188
Mst_764	SK Elsper Hammer	01.01.07	09.07.07	189	189
Mst_765	RÜB Schlade	01.01.07	09.07.07	189	189
Mst_759	RÜB Märkenstück	01.01.07	09.07.07	189	172
Mst_760	SK Mozartstr.	01.01.07	09.07.07	189	189
Mst_758	RÜB/SK Brügge	01.01.07	25.06.07	175	175

In Bild 176 sind die Einstau- bzw. Entlastungsdauern der einzelnen Niederschlagswasserbehandlungsanlagen dargestellt. Wie auch schon die Vorauswertung ergab, ist das RÜB/SK Brügge mit 58 Einstau- bzw. 50 Entlastungstagen das auffälligste Becken. Auch die

Behandlungsanlagen Heerstraße, KA Elspetal, Märkenstück und Elsper Hammer sind mit mehr als 42 Tagen oft eingestaut gewesen, haben jedoch nur zwischen 7 und 21 Tagen entlastet. Neben Fremdwasser können zu geringe Beckenvolumina oder falsch eingestellte Drosseln das Entlastungsverhalten entscheidend beeinflussen. So ist beispielsweise am SK Elsper Hammer der Drosselabfluss gegenüber dem oberhalb gelegenen RÜB KA Elspetal zu gering, was zu einer erhöhten Einstaudauer führt.

Die Behandlungsanlagen Oeneking, Poststraße, Schlade, Mozartstraße und Vömmelbach waren 2007 unauffällig und haben zum Teil nicht bzw. nur einmal entlastet. Ursache sind die zu großen Drosselabflüsse. Diese wirken sich in Verbindung mit den ebenfalls hohen Drosselabflüssen der Entlastungen RÜB Schlade und SK Mozartstraße negativ auf das unterhalb liegende RÜB Brügge vor der Kläranlage aus.

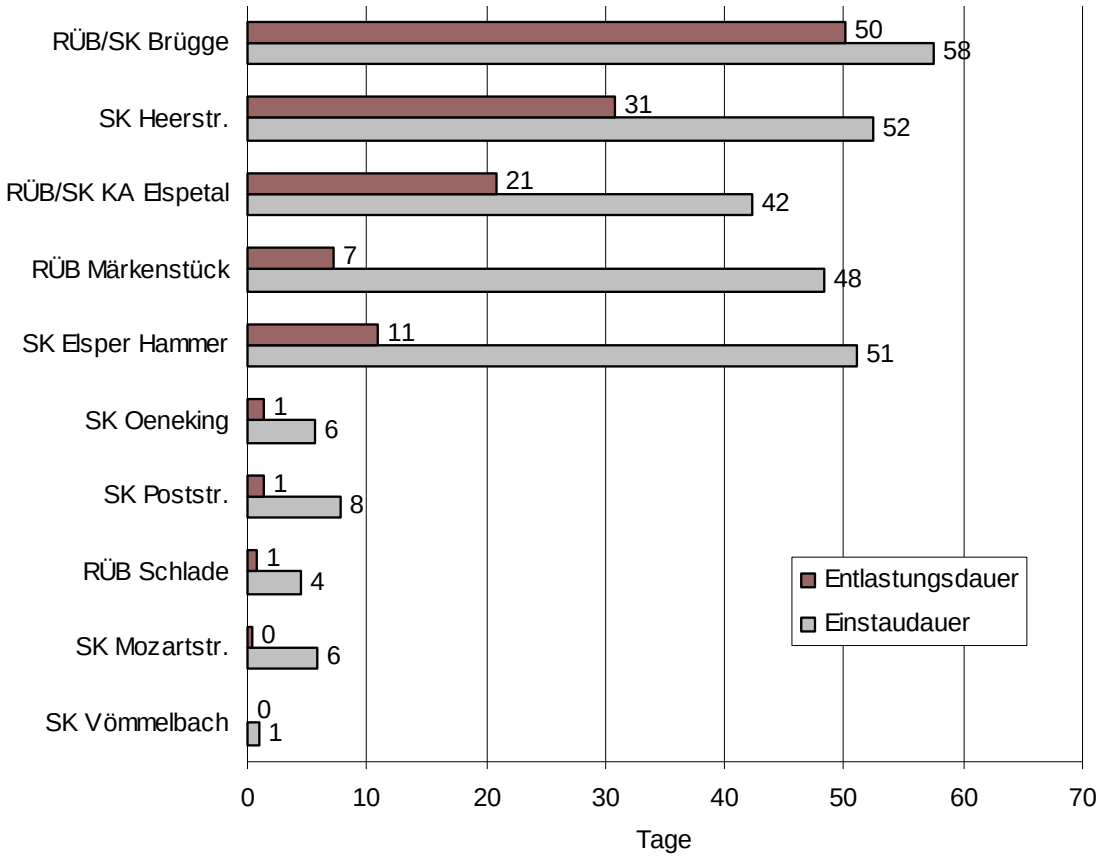


Bild 176: Gemessene Einstau- und Entlastungsdauern von Januar bis Juli 2007

5.2.1.5 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

Kamerabefahrungen

Im Rahmen des Untersuchungsvorhabens wurden im EZG der KA Volmetal keine ergänzenden Kamerabefahrungen durchgeführt. Es wurde auf die Befahrungen der einzelnen Städte zurückgegriffen, die zwischen 1997 bis 2007 (überwiegend in den letzten Jahren) durchgeführt wurden.

5.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

5.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne im Einzugsgebiet der KA Volmetal erstreckte sich vom 01.12.2006 bis 26.07.2007. Einbaubedingt sind die Messzeiträume der einzelnen Messstellen etwas unterschiedlich. Um eine Vergleichbarkeit der Messstellen zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die aufgezeichneten Messgrößen Wasserstand h und Fließgeschwindigkeit v wurden - wie in Kapitel 2 beschrieben - in eine Wassermenge Q umgerechnet, verifiziert und auf Plausibilität geprüft. Die ursprünglichen 2-min. Daten wurden mit Hilfe der Datenbank Access um Unplausibilitäten bereinigt (z. B. Löschen von Nullwerten und Elimination von Daten, die auf außergewöhnliche Ereignisse, wie z. B. Schieberschließungen aufgrund von Handmessungen und Kamerabefahrung, zurückzuführen waren). Anschließend wurden die Daten auf Stundenmittelwerte verdichtet. Schließlich wurden noch die Messtage eliminiert, die während Entlastungsereignissen von oberhalb der Messstelle liegenden Niederschlagswasserbehandlungsanlagen aufgezeichnet wurden.

Im EZG der KA Volmetal war dieser Schritt besonders wichtig, da die Behandlungsanlagen SK Heerstraße und RÜB/SK KA Elspetal aufgrund des hohen Fremdwasseranfalls sehr oft entlastet haben und die unterhalb liegenden Anlagen SK Elsper Hammer und RÜB Brügge durch den häufigen Einstau stark beeinflusst wurden. Um eine einheitliche Datengrundlage für die Auswertung zu erhalten, wurden alle Entlastungstage sowohl an den genannten wie auch an den übrigen Behandlungsanlagen gelöscht. Abschließend wurden die bereinigten Daten in ein Excel-Arbeitsblatt importiert, um das Fremdwasser mit Hilfe verschiedener Auswertemethoden (s. Kapitel 2.2) in den Teilgebieten bestimmen zu können.

Der Fremdwasseranfall in den untersuchten Einzugsgebieten wurde mit der Nachtminimum-Methode ermittelt. Für jede Messstelle befindet sich im Anhang B ein Auswerteblatt mit den unterschiedlichen Auswertemethoden und jeweiligen Ergebnissen.

In Tabelle 151 werden der direkte Fremdwasseranfall an jeder Messstelle und der prozentuale Fremdwasseranfall bezogen auf den Fremdwasserabfluss der Kläranlage angegeben.

Tabelle 151: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	$\Sigma Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil $Q_{F,pM}$ [1)] [%]
EZG Kierspe				
Mst_01	HS B54 Rhadermühle	2,8	2,8	3
EZG Halver				
Mst_02 – Mst_01	Halver-Oberbrügge	13,4	10,6	10
EZG Lüdenscheid				
Mst_05	Talstr. Kreuzung Kölner Str.	8,1	8,1	7
Mst_06	Abfluss Pöppelsheim	6,2	6,2	6
Mst_263 – Mst_05 – Mst_06	Abfluss RÜB/SK Elspetal	33,8	19,5	18
Mst_03 – Mst_02 – Mst_263	Ahellesammler Brügge	64,7	17,5	16
Mst_07	Zufluss SK Mozartstr.	6,3	6,3	6
Mst_08	Zufluss RÜB Märkenstück	7,4	7,4	7
Mst_09 – Mst_07 – Mst_08	HS Lösenbacher Landstr.	17,4	3,7	3
Mst_10 – Mst_09	HS Ende Lösenbachtal	38,9	21,5	20
Mst_22 – Mst_03 – Mst_10	Abfluss KA Volmetal	(91,0) [4)] 110,0 [3)]	(0) 6,4 [2)]	(0) 6
Summe KA Volmetal		**-**	**110**	**100**

[1)] bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall $Q_{F,pM}$ = 110 l/s

[2)] errechneter Abfluss aus Handmessungen im TEZG Mst_22

[3)] Addition der Abflüsse Mst_03, Mst_10 und errechneter Abfluss aus TEZG Mst_22

[4)] gemessener Abfluss an der Mst_22

Der an der Mst_22 (Abfluss KA Volmetal) gemessene Fremdwasserabfluss (91 l/s) ist geringer als die Abflusssumme (103,6 l/s) der oberhalb gelegenen Mst_03 und Mst_10. Ursache dieser Diskrepanz ist die hohe Entlastungshäufigkeit am RÜB/SK Brügge. Da während der Messperiode auch an Trockenwettertagen Entlastungen stattfanden, wurde neben Schmutz- und Regenwasser auch Fremdwasser aus dem Kanalnetz entlastet. Hierdurch konnten die

Abflüsse der Messstellen Mst_03 und Mst_10 sowie die Abflüsse aus dem Direkteinzugsgebiet der Mst_22 nicht gänzlich an der Mst_22 gemessen werden.

Um den Fremdwasserzufluss im direkten Einzugsgebiet der Mst_22 bzw. den Fremdwasserabfluss an der Mst_22 zu ermitteln, wurde daher auf die Ergebnisse der Handmessungen in diesem Bereich zurückgegriffen. Zur weiteren Betrachtung wird als Fremdwasserabfluss für die Mst_22 die Summe der Abflüsse der Mst_03 und Mst_10 einschließlich der Handmesswerte des Direkteinzugsgebietes Mst_22 verwendet. Aus den Handmessungen konnte für das Direkteinzugsgebiet ein Fremdwasseranfall von $Q_{F,pM}$ = rd. 6 l/s ermittelt werden, sodass für das EZG der KA Volmetal (Mst_22) der Gesamtfremdwasseranfall mit $Q_{F,pM}$ = 110 l/s zu beziffern ist.

Die absolut ermittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur mittelbar etwas über die Fremdwasserverteilung in den einzelnen Gebieten aus. Eine Bewertung der Fremdwassermengen erfolgt aussagekräftiger durch den Bezug der Wassermenge auf die Einwohnerzahl, die Kanalnetzlänge oder die Flächengröße. In diesem Fall wurde als spezifische Bezugsgröße die befestigte Fläche $A_{E,b}$ gewählt. Für die KA Volmetal wurden die Ist-Flächen aus der sich in der Vorbereitung befindlichen Bearbeitung der Integralen Entwässerungsplanung [40] übernommen.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 177 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasser auch die prozentuale Verteilung im Gesamteinzugsgebiet und die Flächenspende der Teilgebiete. Ferner sind Mischgebiete in orange und Trenngebiete in gelb dargestellt.

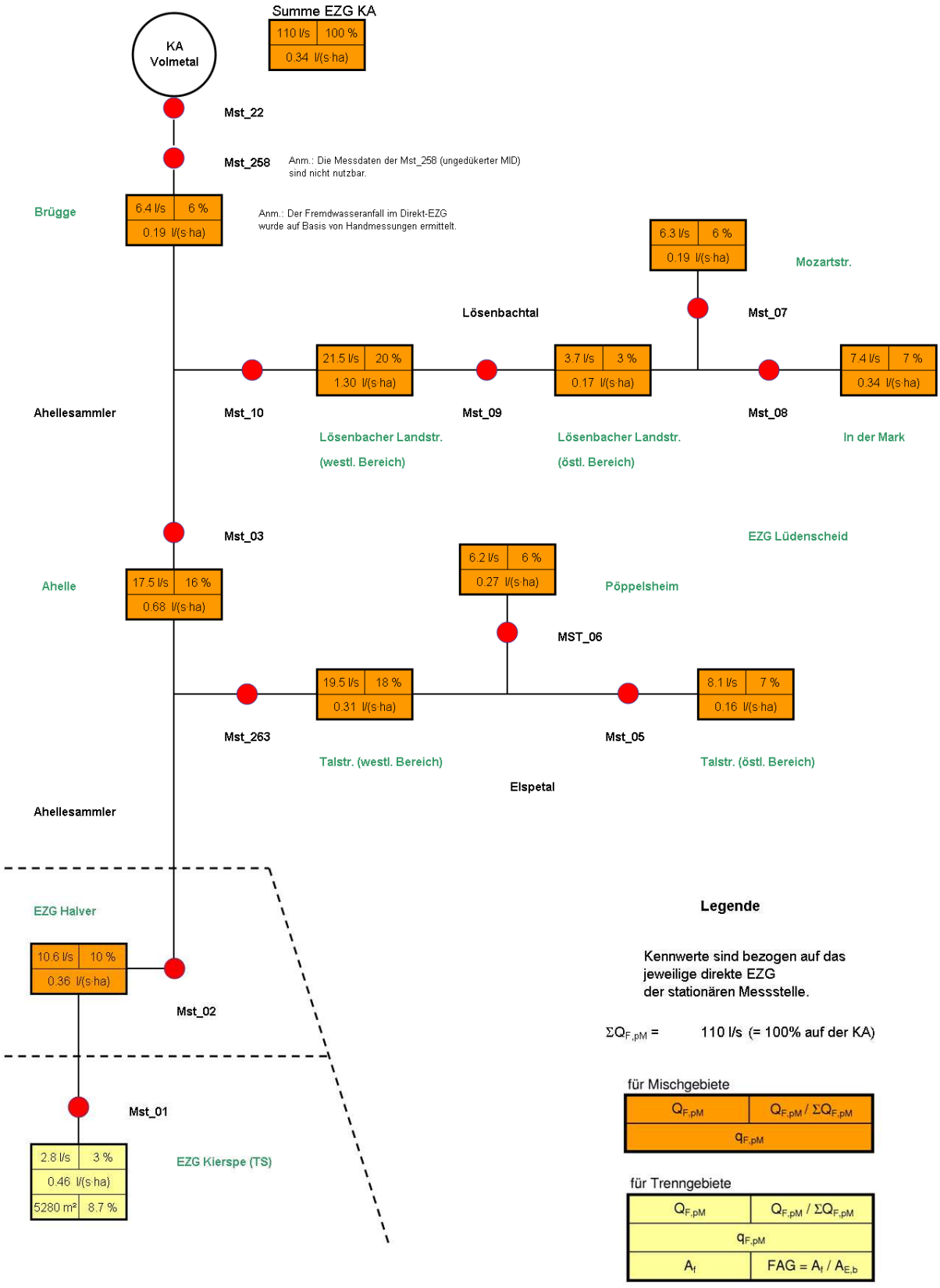


Bild 177: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Volmetal im Messzeitraum

Im EZG Lüdenscheid (87 %) fällt das meiste Fremdwasser an, gefolgt vom EZG Halver mit 10 % bzw. EZG Kierspe (Trennsystem) mit 3 %.

Im EZG Lüdenscheid deuteten bereits die ersten Messergebnisse Anfang 2007 auf einen erhöhten Fremdwasserabfluss aus den Gebieten Lösenbachtal (Mst_10), Elspetal (Mst_263) und Ahelle (Mst_03) hin. Um die Schwerpunkte näher einzugrenzen, wurden in der ersten Hälfte der Messkampagne die Messstellen Mst_07 und Mst_08 eingerichtet, deren Messgeräte in der zweiten Hälfte zur Einrichtung der Mst_05 und Mst_06 umgesetzt wurden.

Da die Sammler im Bereich Ahelle, Lösenbachtal und Elspetal bereits zuvor als verdächtig eingestuft worden sind, wurden diese Bereiche mit Hilfe von Handmessungen genauer untersucht, um im nächsten Schritt die Fremdwasserquellen und Schäden genauer zu lokalisieren und das Maß der möglichen Fremdwasserreduzierung abschätzen zu können.

Im Fließschema im Anhang A werden für jede stationäre Messstelle Kennwerte angegeben, die eine Charakterisierung des jeweiligen Abflusses ermöglichen. Dabei wurde das periodische Mittel mit den zugehörigen minimalen und maximalen monatlichen Mittelwerten der Auswerteperiode für die Nachtminimummethode und die Methode des gleitenden 21-d Minimums dargestellt.

5.2.2.2 Ergänzende Auswertung in trennentwässerten Einzugsgebieten

Im Einzugsgebiet Kierspe (Mst_01) ist ausschließlich Trennentwässerung vorzufinden, sodass hier das Auswerteverfahren modifiziert wurde. Zusätzlich zu den Abflüssen an Trockenwettertagen wurden die Abflüsse an Regenwettertagen mit einbezogen. Dadurch fließen auch die niederschlagsbedingten Spitzenabflüsse in die Auswertung ein.

Die im Messzeitraum unterschiedlichen Abflüsse an der Mst_01 sind im Diagramm Bild 178 dargestellt.

Das Diagramm zeigt folgende Ganglinien: Der an der Messstelle gemessene Abfluss sämtlicher Messtage wurde auf 1 h-Werte verdichtet und ist in rot (Q_1_h) dargestellt. Die Ganglinie repräsentiert den Abfluss von Trocken- und Regenwetter. Die darunter befindliche, relativ gradlinig verlaufende Ganglinie in dunkelblau steht für die gleitende 21-d Minimumauswertung (Q_21_gl). Ergänzend wurden die Tagessummen des Niederschlages aufgetragen.

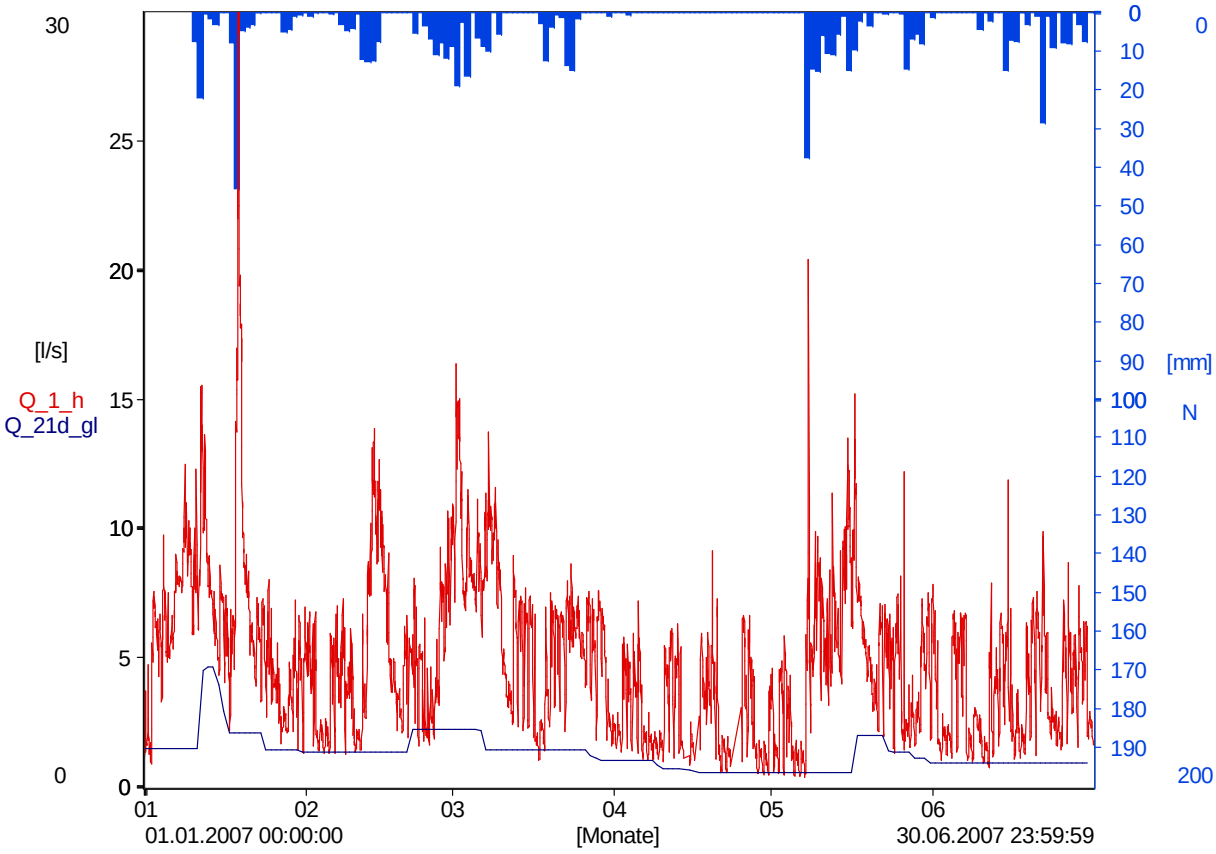


Bild 178: Abflussverhalten im EZG Kierspe (Mst_01)

Ein Unterschreiten der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums durch die Abflussganglinie mit stündlichen Abflusswerten ist möglich, da die Ganglinie des 21-d gleitenden Minimums auf Basis von Tagesmittelwerten gebildet wurde. Die Methode des gleitenden 21-d Minimums repräsentiert den grundwasserbedingten Anteil des Fremdwassers. Dieser liegt an der Mst_01 durchschnittlich bei 1,3 l/s, gekennzeichnet durch die blaue Basisabflusskurve. Während der hohen Niederschläge Mitte Januar sowie Ende Februar und Anfang März kommt es zu einer vermehrten Grundwasserneubildung, sodass sich der steigende Grundwasserspiegel durch zunehmende Infiltrationen im Kanalnetz bemerkbar macht. Dieses Phänomen ist ebenfalls Ende Mai nach einer ergiebigen Niederschlagsperiode erkennbar. Innerhalb der Messperiode bewegte sich das 21-d gl. Minimum (Basisabfluss) zwischen 4,6 l/s (Januar) und 0,5 l/s (April).

Die Differenz zwischen der Ganglinie der Regen- und Trockenwettertage (rot) und der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums (blau) steht für den niederschlagsbedingten Fremdwasserabfluss als direkte Folge eines Niederschlagsereignisses. Auffällig sind die stark ausgeprägten Abflussspitzen als direkte Folge von Niederschlagsereignissen, die auf Fremdwasserzutritte aus oberflächlich abfließendem Niederschlag und/oder auf Fehlanschlüsse schlie-

ßen lassen. Die Topografie des Teileinzugsgebietes als Hügellandschaft mit dem tief eingeschnittenen Volmetal begünstigt zusätzlich den oberflächigen und oberflächennahen Abfluss von teilweise unbefestigten Hanglagen. Im Winter werden die Oberflächenabflüsse durch den nach Frostperioden vereisten Boden begünstigt, der eine Versickerung von in diesem Zeitraum eintretendem Regen- oder Tauwasser aus der einsetzenden Schneeschmelze verhindert.

Nach dem raschen Abklingen der Abflussspitzen sind die mehrere Tage andauernden Nachlaufphasen deutlich erkennbar, bis sich der tägliche Trockenwetterabfluss wieder einstellt. Nachlaufphasen sind Indikatoren für zeitlich verzögerte Infiltrationen durch z. B. Hangwasser, Dränagewasser oder Undichtigkeiten im Kanalnetz (s. Bild 179).

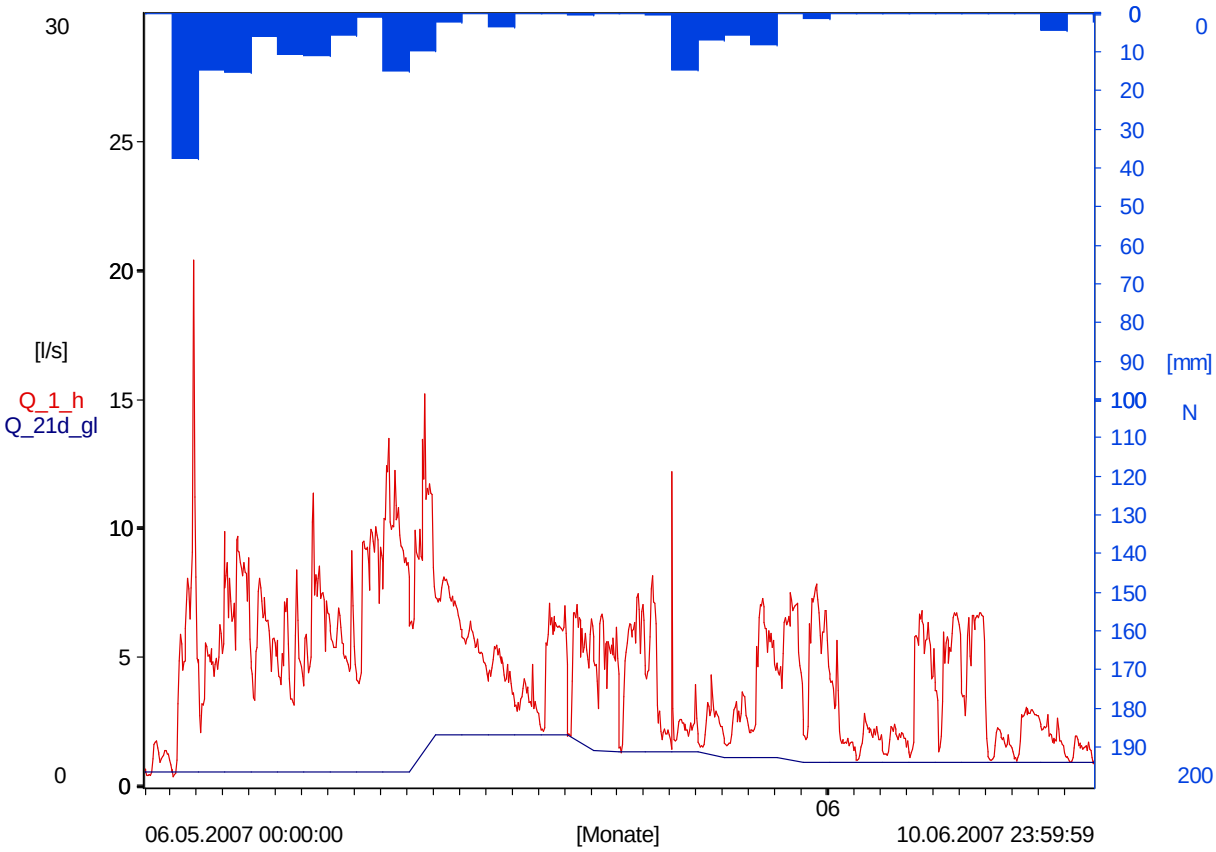


Bild 179: Nachlaufphasen im EZG Kierspe (Mst_01) im Zeitraum Mai – Juni 2007

Ein Unterschreiten der Ganglinie des gleitenden 21-d Minimums durch die Abflussganglinie mit stündlichen Abflusswerten ist möglich, da die Ganglinie des 21-d gleitenden Minimums auf Basis von Tagesmittelwerten gebildet wurde. Eine Summenhäufigkeitsverteilung in Bild 180 soll Aufschluss darüber geben, wie oft im Einzugsgebiet der stationären Messstelle Mst_01 Spitzenabflüsse aufgetreten sind. Die Datenbasis bilden die auf 1 h-Werte verdich-

teten Durchflussmessergebnisse. Diese Auswertung kann nur Tendenzen wiedergeben, da die Anzahl der Abflussspitzen sehr abhängig von der Witterung ist und nur Messdaten von Januar bis Juni 2007 vorliegen.

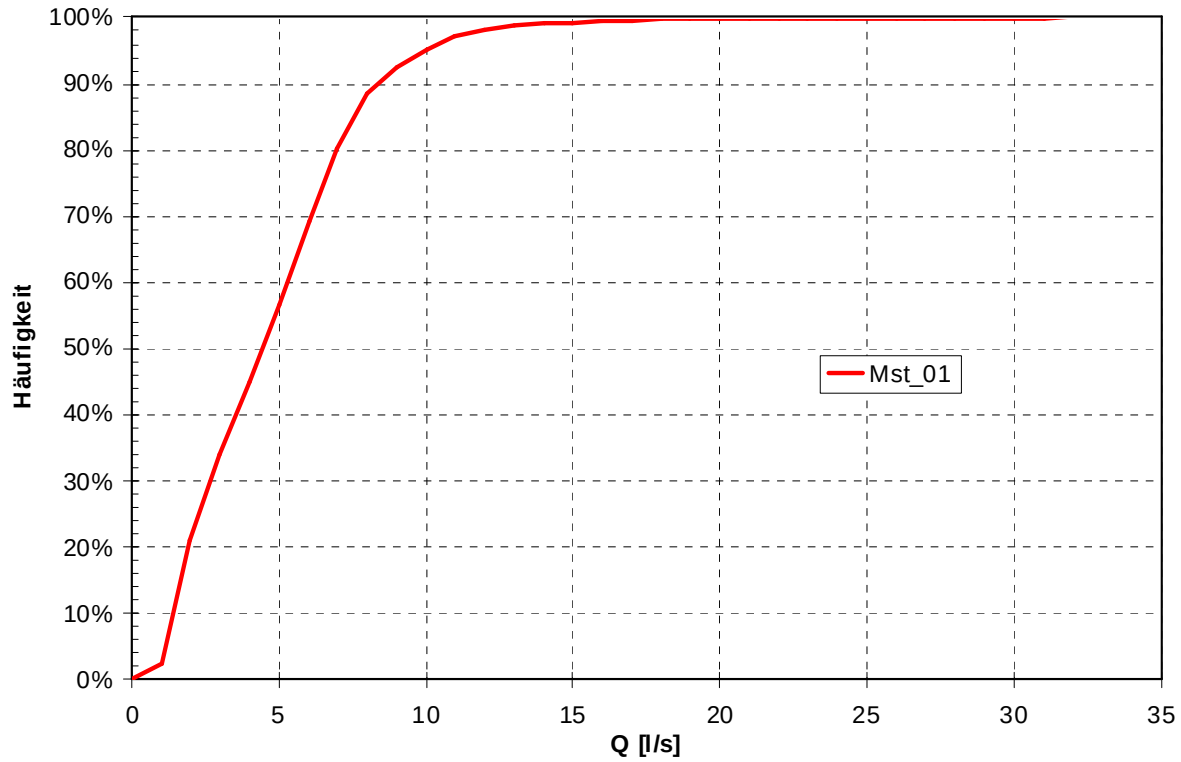


Bild 180: Summenhäufigkeitsverteilung der Abflüsse an der Mst_01 (Januar – Juni 2007)

In 10 % der während der Messperiode registrierten Abflüsse sind Werte > 8 l/s gemessen worden. Vereinzelt wurden im Januar Spitzenabflüsse bis 31 l/s gemessen.

5.2.2.3 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Aufgrund der weit verzweigten Netze ist anhand der stationären Durchflussmessstellen nur eine grobe Fremdwasseridentifizierung möglich. Weitergehende punktuelle Handmessungen erlauben darüber hinaus, die Fremdwasserquellen weiter einzugrenzen. Bei der Durchführung der Handmesskampagnen werden Kanalabschnitte zwischen zwei stationären Messstellen in Fließrichtung abgearbeitet und die jeweiligen Mengendifferenzen auf die Ergebnisse der stationären Messung zum Fremdwasseranfall bezogen.

Insgesamt wurden an über 70 Schächten Handmessungen vorgenommen, die zur Absicherung der Daten teilweise auch mehrfach wiederholt wurden. Hauptschwerpunkte bildeten die

Bereiche, die aufgrund der stationären Durchflussmessung Auffälligkeiten zeigten. Eine Übersicht des Handmessstellennetzes zeigt ein Übersichtsplan im Anhang A.

Die Ergebnisse der Handmesskampagnen sind als absolute Ergebnisse nicht ohne Weiteres mit denen der stationären Durchflussmengenmessstellen vergleichbar. Dies ist u. a. mit den unterschiedlichen Messgeräten und deren unterschiedlichen Kalibrierungen begründbar. Weiterhin erfassen Handmesskampagnen, sofern sie bei Trockenwetter durchgeführt wurden, den Trockenwetterabfluss an wechselnden Nachlauftagen und Tageszeiten. Hierdurch unterscheiden sich die Handmessungen in dem Anteil des erfassten Schmutzwasserabflusses und des Fremdwassernachlaufes. In erster Linie lassen sich mit den durch Handmessungen erfassten Abflüssen zwar Abflusszuwächse aufspüren, die auf Fremdwasserquellen schließen lassen, andererseits ist eine Aussage zu absoluten Mengen ohne Weiteres nicht möglich. Insbesondere bei der späteren Festlegung von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung bei lokal aufgefundenen Fremdwasserquellen sind absolute Angaben sehr hilfreich.

Zu diesem Zweck wurden die im Rahmen der Handmesskampagnen gewonnenen Ergebnisse auf die stationären Durchflussmessstellen kalibriert. Die so ermittelten Ergebnisse detaillieren die Ergebnisse der stationären Durchflussmengenmessstellen und sind der Übersicht halber in einem Fließgebietsschema im Anhang A dargestellt.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Handmesskampagnen beschrieben. Die nachfolgend genannten Fremdwasserquellen resultieren aus den im Rahmen von TV-Inspektionen der einzelnen Kommunen festgestellten Schäden bzw. den darauf aufbauenden Kanalschadenskatastern. Inwieweit defekte Hausanschlüsse sowie andere Schäden im privaten Entwässerungsbereich zum Fremdwasserabfluss beitragen, wurde im Rahmen dieses Untersuchungsprogrammes nicht festgestellt. Diese Kausalität ist zu einem späteren Zeitpunkt zu verifizieren.

EZG Kierspe, Mst_01

Das EZG Kierspe wird ausschließlich im Trennsystem entwässert. An der Messstelle Mst_01 wurden bei Nachtzeiten i. M. 2,8 l/s gemessen, wobei die Mittelwerte zwischen 1,1 l/s und 4,1 l/s schwanken. Es zeigt sich deutlich, dass das Fremdwasser sowohl vom gefallenen Niederschlag als auch von der Jahreszeit abhängig ist. Die Monatsmittelwerte von Januar bis März liegen deutlich über denen der Monate Mai und Juni sowie des ungewöhnlich trockenen Aprils.

Um den Fremdwasseranfall zu lokalisieren, wurden Handmessungen im Hauptstrang in der Bundesstraße B54 Bollwerkstraße (HMst_01_02 bis Mst_01) sowie in den seitlichen Zuflüssen durchgeführt (s. Bild 181).

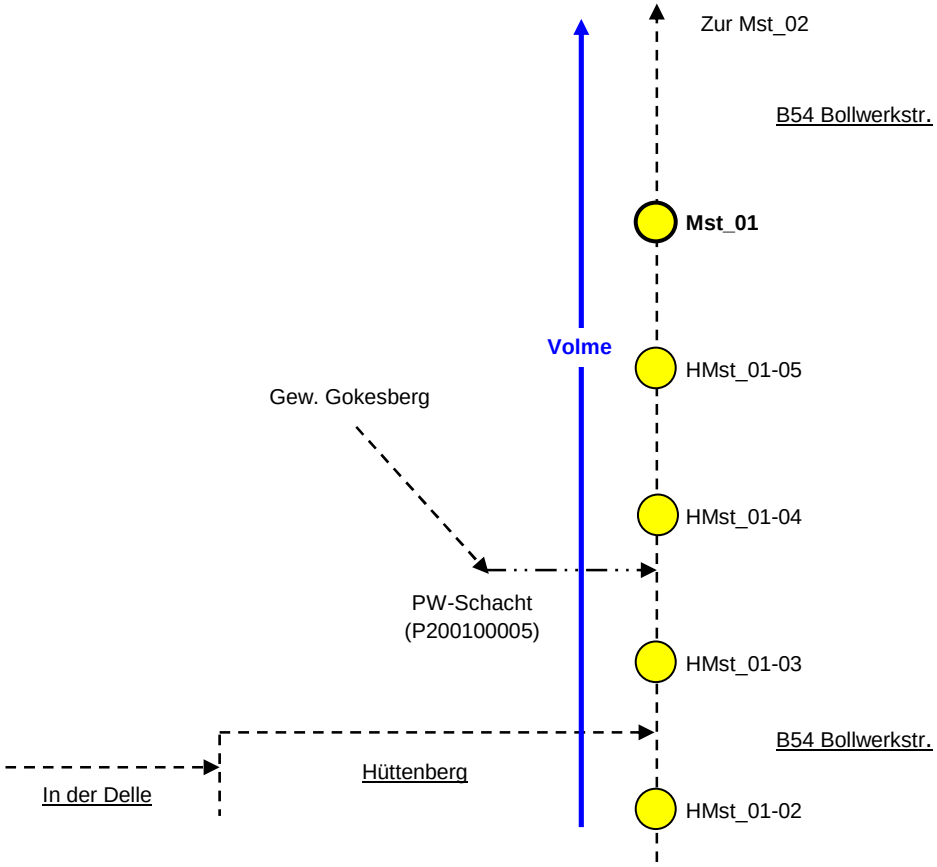


Bild 181: Systemschema EZG Mst_01

Bis zum Schacht S200000120 (HMst_01_03) in der B54 beträgt der Fremdwasserabfluss weniger als 0,5 l/s. Gemäß Schadenskataster Kierspe resultiert der Abfluss vermutlich aus der schadhaften Haltung der Straße In der Delle.

An der HMst_01_04 wurde ein Fremdwasserabfluss von 0,7 l/s festgestellt. Ursächlich hierfür sind unter anderem die schadhafte Anfangshaltung S201000035 (Gokesberg) des auf der anderen Volmeseite gelegenen Gewerbebetriebes sowie die Haltung S200000115 in der B54 Bollwerkstraße. Bild 182, links zeigt den Pumpenschacht (P20100005) mit dem Zufluss aus dem Strang der Haltung S201000035. In Bild 182 (rechts) ist eindringendes Wasser infolge eines nicht fachgerechten Stutzens in der Haltung S200000115 zu sehen.



Bild 182: Zufluss zum Pumpenschacht P20100005 in Gokesberg (links), eindringendes Wasser in Haltung S20000115 (rechts)

Im weiteren Verlauf wurde bis zur HMst_01_5 ein Zuwachs von 1,2 l/s und bis zur stationären Mst_01 ein weiterer Zuwachs von 0,8 l/s festgestellt. Mitverantwortlich hierfür scheinen die schadhaften Haltungen S200000070 und S200000040 zu sein. An der Messstelle Mst_01 wurde ein Fremdwasserabfluss von 2,8 l/s errechnet. An Regentagen bzw. hohen Grundwasserständen wird der Abfluss jedoch um ein Mehrfaches überschritten. Ursächlich hierfür sind vermutlich rd. 5.300 m^2 fehlangeschlossene Dach- oder Grundstücksflächen.

Die Größe der fehlangeschlossenen Gesamtfläche wurde aus dem an der Mst_01 gemessenen Abfluss bei Regenwetter ermittelt. Im Diagramm (Bild 183) sind die Abhängigkeit der niederschlagsbedingten Fremdwasserabflüsse ($Q_{F,NW}$) zum gefallenen Niederschlag (N) sowie die daraus resultierende Funktionsgleichung (y = 1,4678·x) dargestellt. Aus dem Steigungsfaktor der Gleichung 1,4678 multipliziert mit dem Dimensionsfaktor 3.600 lässt sich die ungefähre fehlangeschlossene Gesamtfläche von 5.300 m² ableiten. Die Fehlanschlüsse, wahrscheinlich Dachflächen, konnten nicht lokalisiert werden.

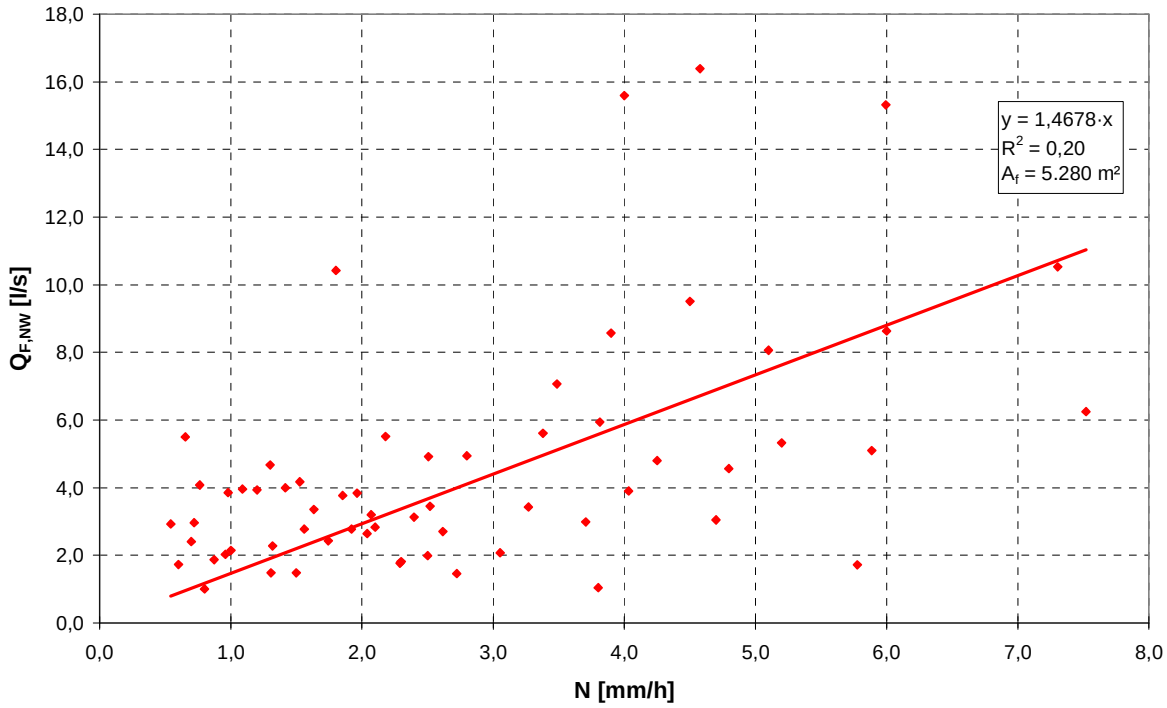


Bild 183: Diagramm zur Abschätzung der an SW-Kanälen angeschlossenen Fehlflächen im EZG Kierspe (Mst_01)

EZG Halver, Mst_02

An der Mst_02 wurden i. M. bei Nachtzeiten 13,4 l/s Fremdwasser gemessen, wobei abzüglich der 2,8 l/s aus Kierspe im EZG Halver 10,6 l/s anfallen.

Im Bereich Halver wurden Handmessungen im Hauptsammler in der Heerstraße (HMst_02_03 bis Mst_02) sowie in den seitlichen Strängen Burgweg, Am Nocken, Vömmelbachstraße und Poststraße vorgenommen (s. Bild 184).

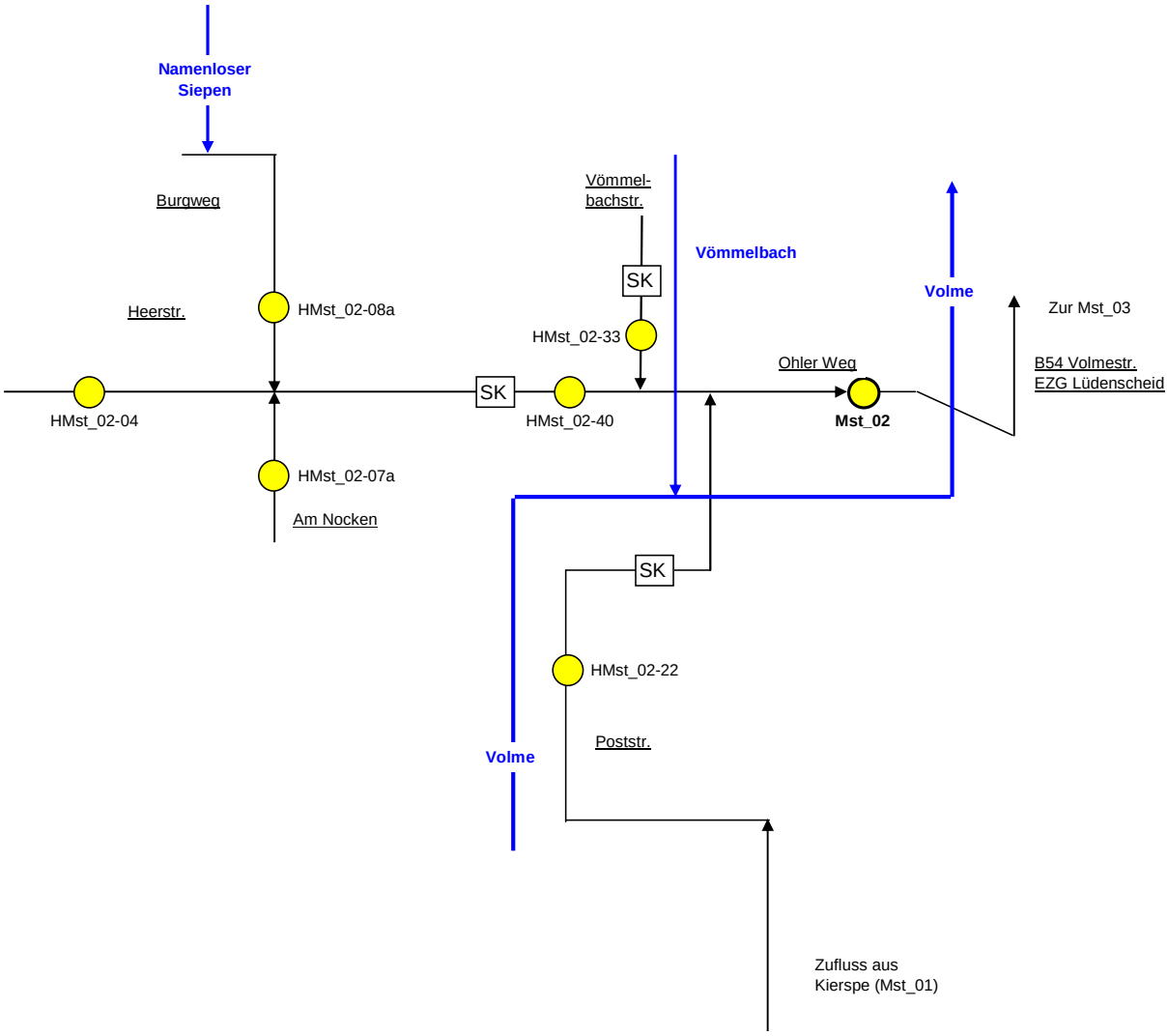


Bild 184: Systemschema EZG Mst_02

Im Bereich Ehringhausen (HMst_02_04) beträgt der Fremdwasserabfluss 1,6 l/s. Ursächlich hierfür sind unter anderem mehrere schadhafte Haltungen in der Heerstraße. Weiter unterhalb, in Höhe des SK Heerstraße (HMst_02_40), wurden 5,8 l/s Fremdwasser festgestellt. Der Zuwachs von 4,2 l/s erfolgt im Wesentlichen durch einen Siepenanschluss an Schacht 99742628, der über den Seitenstrang Burgweg der Heerstraße zufließt (s. Bild 185). Der mittlere Fremdwasserzufluss aus dem Siepen beträgt rd. 2,0 l/s. Weitere Fremdwasserquellen sind mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Vielzahl schadhafter Haltungen, das Gros davon in der Heerstraße bzw. in der Straße Am Nocken.



Bild 185: Anschluss eines namenlosen Siepens an den Kanal im Burgweg

Unterhalb der HMst_02_40 münden der seitliche Strang aus der Vömmelbachstraße (HMst_02_33) sowie der auf der anderen Volmeseite gelegene Strang aus der Poststraße (HMst_02_22) in den HS Ohler Weg (Mst_02).

An der HMst_02_33 Vömmelbachstraße wurden 1,5 l/s gemessen. Ein Teil des Fremdwassers kann den schadhaften Haltungen 99744625, 99744635 und 99744640 zugeschrieben werden.

An der HMst_02_22 (Poststraße), über die auch die Abflüsse aus Kierspe dem Halveraner Kanalnetz zugeleitet werden, wurden 4,0 l/s Fremdwasser festgestellt. Abzüglich des Abflusses der Mst_01 (Kierspe) von 2,8 l/s bedeutet dies einen Fremdwasserzuwachs von 1,2 l/s. Da im Bereich Poststraße keine nennenswerten Fremdwasserquellen gefunden wurden, ist dieser Zuwachs vermutlich den schadhaften Haltungen S200000020, S200000015 und S200000010 unterhalb der Mst_01 im EZG Kierspe zuzuordnen.

Im Bereich Ohler Weg bis zur Mst_02 erhöht sich der Fremdwasserabfluss noch mal um 2,1 l/s. Ursächlich hierfür sind der schadhafte Volme-Düker (s. Bild 186) sowie vermutlich angeschlossene Dränagen im heute noch modifizierten Mischsystem Ohler Weg.



Bild 186: Volme-Düker zwischen Poststraße und Ohler Weg

EZG Lüdenscheid, Mst_05, Talstraße Kreuzung Kölner Straße

Die mobile Messstelle Mst_05, die den Bereich Talstraße (östlicher Bereich) abdeckt, war vom 21.03.2007 bis zum 30.6.2007 in Betrieb. In diesem Zeitraum wurde bei Nachtzeiten ein Fremdwasseranfall i. M. von 6,9 l/s gemessen. Die Daten dieses Zeitraumes mussten auf die gesamte Messperiode Januar bis Juni 2007 hochgerechnet werden, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. Die Hochrechnungen für die Messstelle M_05 sowie für die anderen mobilen Messstellen (Mst_06, Mst_07 und Mst_08) sind im Anhang aufgeführt.

Hochgerechnet auf die gesamte Messperiode (über die Messdaten der Mst_263) beträgt der Fremdwasseranfall i. M. 8,1 l/s.

Das betrachtete TEZG (Bild 187) ist - wie auch die meisten Lüdenscheider Gebiete - sehr steil, wodurch nur ein bedingter Einsatz von Handmessungen möglich ist. Um dennoch den Fremdwasseranfall eingrenzen zu können, wurden Handmessungen in den Seitensträngen des HS Talstraße durchgeführt und die Schäden - sofern sie nicht bei der Begehung lokalisiert wurden - aus der Lüdenscheider Kanalschadensklassifizierung übernommen.

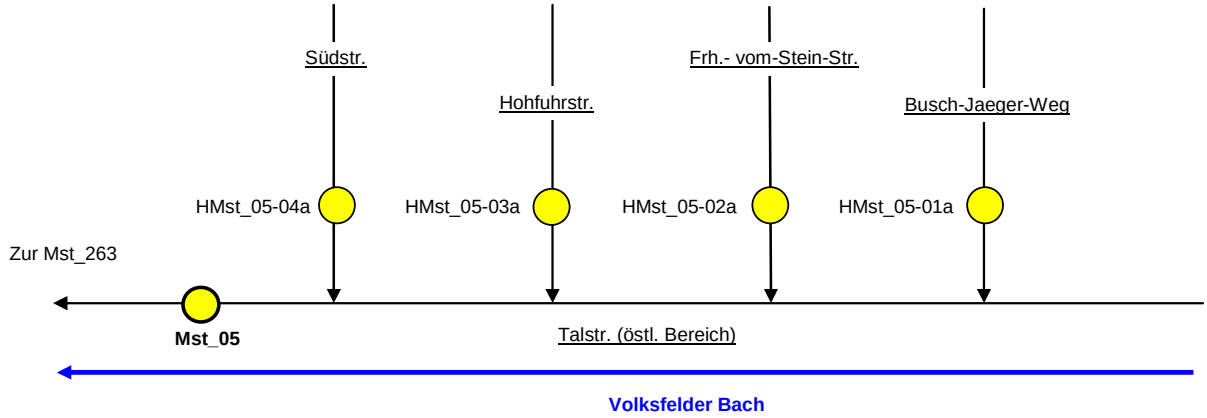


Bild 187: Systemschema EZG Mst_05

An der HMst_05_01a Busch-Jaeger-Weg wurden 0,7 l/s Fremdwasser festgestellt. Ursächlich hierfür ist unter anderem die schadhafte Haltung 21467.

Aus dem Strang Frh.-vom-Stein-Straße (HMst_05_02a) beträgt der Fremdwasserabfluss 1,6 l/s. Mitverantwortlich hierfür sind vier schadhafte Haltungen und mehrere schadhafte Schächte.

Über den Strang Hohfuhrstraße (HMst_05_03a) werden 1,1 l/s Fremdwasser abgeleitet, die zum Teil der schadhaften Haltung 21353 zuzuschreiben sind. Wesentlich mehr Fremdwasserabfluss (3,7 l/s) wurde im Strang Südstraße (HMst_05_04a) festgestellt, was unter anderem auf vier schadhafte Haltungen zurückgeführt werden kann.

Der Talstraße selbst sowie den restlichen Einzugsgebieten oberhalb der Talstraße ist rd. 1 l/s an Fremdwasser zuzuschreiben.

EZG Lüdenscheid, Mst_06, Abfluss Pöppelsheim

Die mobile Messstelle Mst_06, die den Bereich Pöppelsheim erfasst, war vom 21.03.2007 bis zum 30.06.2007 in Betrieb. In diesem Zeitraum wurde bei Nachtzeiten ein Fremdwasseranfall i. M. von 5,3 l/s gemessen. Die Daten dieses Zeitraumes mussten auf die gesamte Messperiode Januar bis Juni 2007 hochgerechnet werden, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. Hochgerechnet auf die gesamte Messperiode (über die Messdaten der Mst_263) beträgt der Fremdwasseranfall i. M. 6,2 l/s. Die Hochrechnung ist im Anhang B aufgeführt. Aufgrund des steilen TEZG waren in diesem Gebiet nur zwei Handmessungen brauchbar (s. Bild 188).

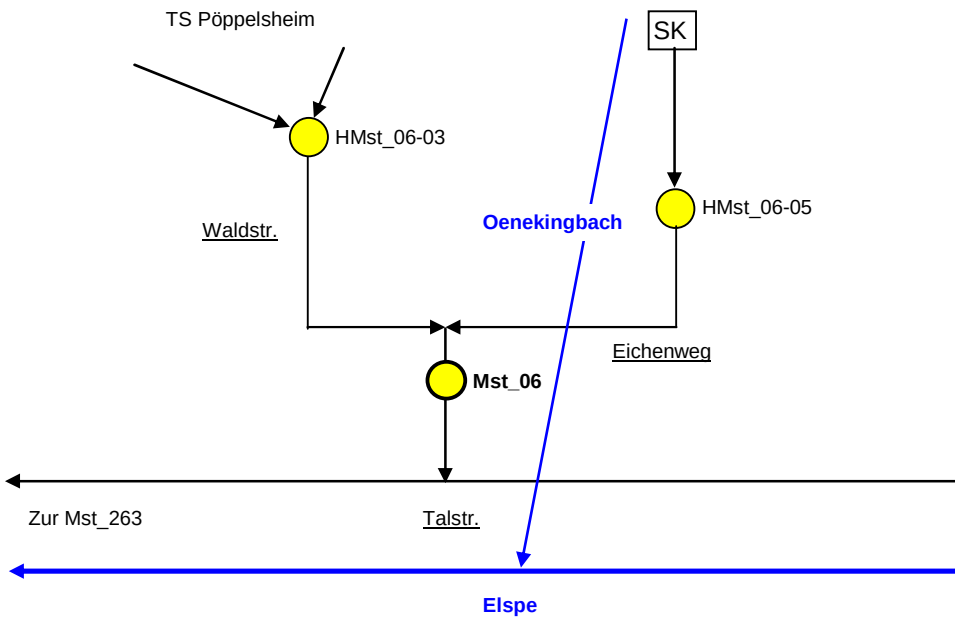


Bild 188: Systemschema EZG Mst_06

Die HMst_06_03 Waldstraße erfasst den Abfluss aus dem Trennsystem Pöppelsheim. Aus dem Gebiet fließt bei Trockenwetter 1,0 l/s Fremdwasser ab. Im Rahmen der Handmessungen ist in der Buschloher Straße ein Schacht (20870) aufgefallen, über den Hangwasser in den SW-Kanal eindrang (s. Bild 189).



Bild 189: Zufluss von Hangwasser in Schacht 20870

An der HMst_06_05 Eichenweg, unterhalb des SK Oeneking, wurden 4,7 l/s festgestellt, für die zum Teil die schadhaften Haltungen 20310, 20328, 20329, 20381, 20942 sowie mehrere undichte Schächte verantwortlich sind.

EZG Lüdenscheid, Mst_263, Abfluss RÜB KA Elspetal

Die Messstelle Mst_263 befindet sich unterhalb der Mst_05 bzw. Mst_06 (Bild 190). An der Messstelle wurde bei Nachtzeiten ein Fremdwasserzufluss i. M. von 33,8 l/s gemessen. Für das Direkteinzugsgebiet bedeutet dies einen Fremdwasseranfall von 19,5 l/s. Mit einem Anteil von 18 % des gesamten Fremdwasseraufkommens ist dieses Gebiet eines von fünf Fremdwasserschwerpunkten im EZG der KA Volmetal.

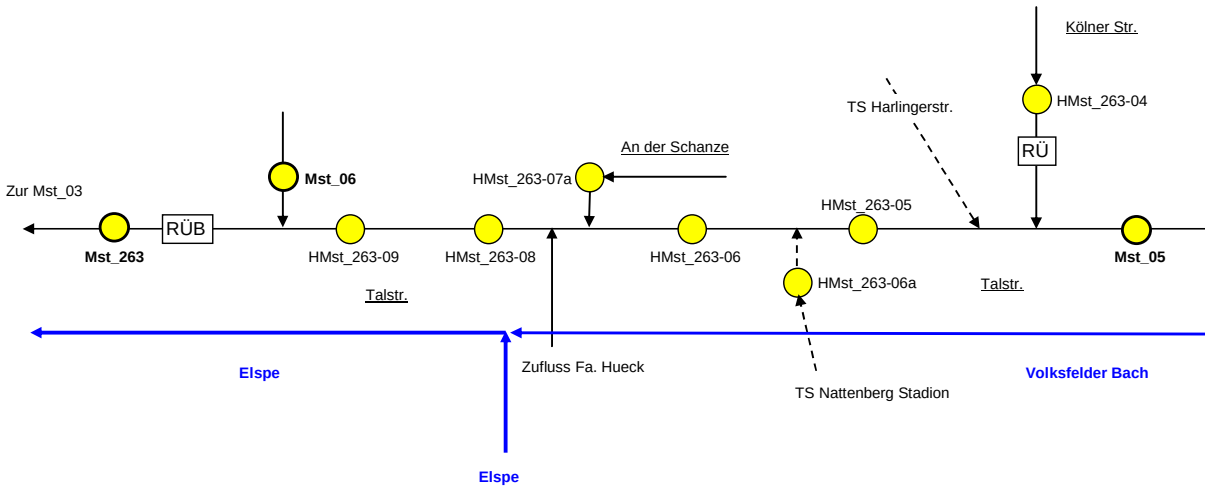


Bild 190: Systemschema EZG Mst_263

Aus dem Gebiet oberhalb der Kölner Straße (HMst_263_04) fließen 8,8 l/s Fremdwasser ab. Gemäß dem Schadenskataster der Stadt Lüdenscheid kann ein Teil des Fremdwassers den Haltungen 20974, 21086, 22232, 20953 und 20904 sowie einer Vielzahl undichter Schächte zugeordnet werden.

In der Talstraße wurden an sechs Schächten Handmessungen vorgenommen, deren Messergebnisse nur bedingt genutzt werden können, da sie zum Teil durch sporadische Kühlwasserabflüsse der Fa. Hueck beeinflusst sind. Insgesamt ist zu sagen, dass im Sammler in der Talstraße ca. 10,7 l/s Fremdwasser anfallen. Bild 191 zeigt eindringendes Wasser in die Haltung 20041.



Bild 191: Haltung 20041, eindringendes Wasser

EZG Lüdenscheid, Mst_03, Abfluss Ahellesammler Brügge

Die Messstelle Mst_03 befindet sich unterhalb der Mst_02 (Halver) und der Mst_263 (Bild 192). An der Messstelle wurde bei Nachtzeiten ein Fremdwasserzufluss i. M. von 64,7 l/s gemessen. Für das Direkteinzugsgebiet bedeutet dies einen Fremdwasseranfall von 17,5 l/s. Mit einem Anteil von 16 % des gesamten Fremdwasseraufkommens ist dieses Gebiet eines von fünf Fremdwasserschwerpunktgebieten im EZG der KA Volmetal.

Das Direkteinzugsgebiet teilt sich in die Bereiche Ahellesammler (Mst_02 Halver bis Mst_03) und Elspetal (Mst_263 bis Ahellesammler) auf.

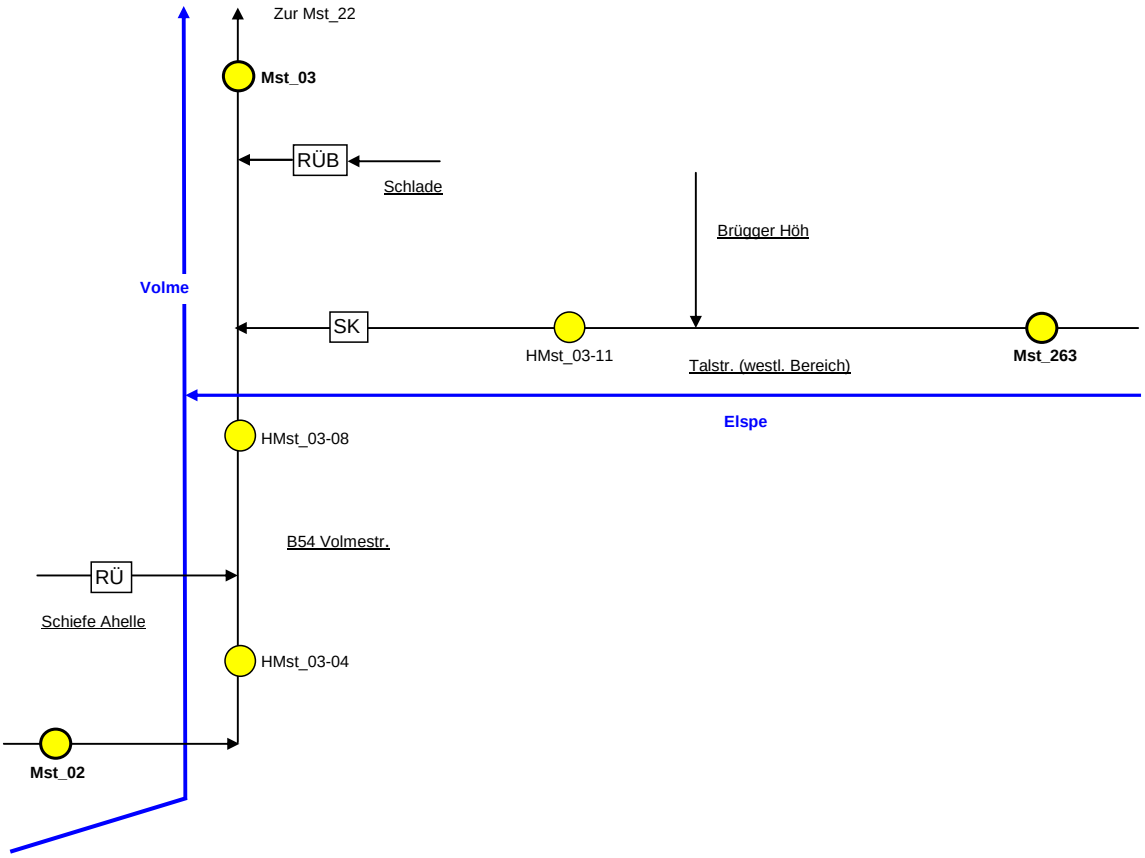


Bild 192: Systemschema EZG Mst_03

Im Bereich Elspetal wurden mehrere Handmessungen durchgeführt, von denen nur die HMst_03_11 verwertbar ist. Danach beträgt der Fremdwasseranfall zwischen der Mst_263 und der HMst_03_11 10,4 l/s. Gemäß dem Schadenskataster ist eine Teilmenge den undichten Haltungen 32415, 32416, 32417, 32403, 32405, 32406 sowie mehreren undichten Schächten zuzuschreiben. Im weiteren Verlauf bis zum SK Elsper Hammer konnte kein nennenswerter Fremdwasseranfall festgestellt werden.

Im Bereich Ahellesammler wurden in insgesamt sechs Schächten Handmessungen durchgeführt. Für den Bereich HMst_03_04 bis HMst_03_08 (unterhalb Zufluss Talstraße) wurde ein unbedeutender Fremdwasseranfall von 1,6 l/s festgestellt. Handmessungen des Volme-Dükers an der Stadtgrenze Halver/Lüdenscheid erwiesen sich als negativ, da der Düker dicht ist.

Im weiteren Verlauf zwischen der HMst_03_08, HMst_03_11 und Mst_03 beträgt der Fremdwasseranfall rd. 5,5 l/s. Mitverantwortlich hierfür sind schadhafte Haltungen im Bereich Schlade sowie die Haltung 30155 in der Volmestraße.

EZG Lüdenscheid, Mst_08, Abfluss RÜB Märkenstück

Die mobile Messstelle Mst_08, die den Bereich oberhalb des RÜB Märkenstück erfasst, war vom 01.01.2007 bis zum 20.03.2007 in Betrieb. In diesem Zeitraum wurde bei Nachtzeiten ein Fremdwasseranfall i. M. von 13,5 l/s gemessen. Die Daten dieses Zeitraumes mussten auf die gesamte Messperiode Januar bis Juni 2007 hochgerechnet werden, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. Hochgerechnet auf die gesamte Messperiode (über die Messdaten der Mst_09) beträgt der Fremdwasseranfall i. M. 7,4 l/s. Die Hochrechnung ist im Anhang B aufgeführt. Der Zufluss zur Mst_08 erfolgte über die beiden Hauptsammler Im Winkel und Wikinger Weg (Bild 193).

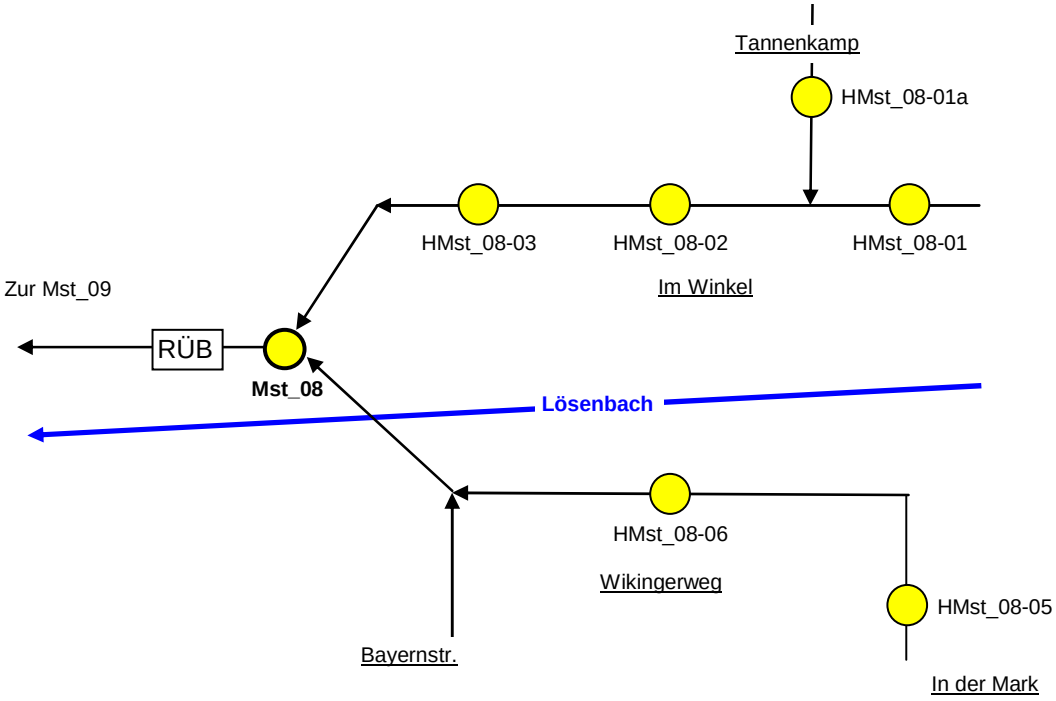


Bild 193: Systemschema EZG Mst_08

Der Fremdwasserabfluss aus dem Hauptstrang Im Winkel ist mit 2,6 l/s bezogen auf die Einzugsgebietsgröße relativ unbedeutend.

Dagegen ist der Hauptstrang Wikinger Weg mit 4,8 l/s als fremdwasserträchtig zu bezeichnen. Allein an der HMst_08_06 wurden 4,3 l/s festgestellt. Ursächlich hierfür sind unter anderem ein angeschlossener Teichüberlauf an Schacht 30228 (s. Bild 194) sowie die schadhaften Haltungen 30502, 30674, 31164, 30220 und 30225.



Bild 194: Zufluss Teichüberlauf in Schacht 30228 (HMst_08_06)

EZG Lüdenscheid, Mst_07, Zufluss SK Mozartstraße

Die mobile Messstelle Mst_07, die den Bereich oberhalb des SK Mozartstraße erfasst, war vom 01.01.2007 bis zum 20.03.2007 in Betrieb (s. Bild 195). In diesem Zeitraum wurde bei Nachtzeiten ein Fremdwasseranfall i. M. von 11,4 l/s gemessen. Die Daten dieses Zeitraumes mussten auf die gesamte Messperiode Januar bis Juni 2007 hochgerechnet werden, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. Hochgerechnet auf die gesamte Messperiode (über die Messdaten der Mst_09) beträgt der Fremdwasseranfall i. M. 6,3 l/s. Die Hochrechnung ist im Anhang B aufgeführt.

Insgesamt wurden in diesem Einzugsgebiet in drei Schächten Handmessungen durchgeführt, von denen aufgrund der steilen Geländeverhältnisse nur die HMst_07_03 verwertbar ist. An der HMst_07_03 wurden 6,0 l/s festgestellt, für die gemäß Schadenskataster 10 schadhafte Haltungen mitverantwortlich sind.

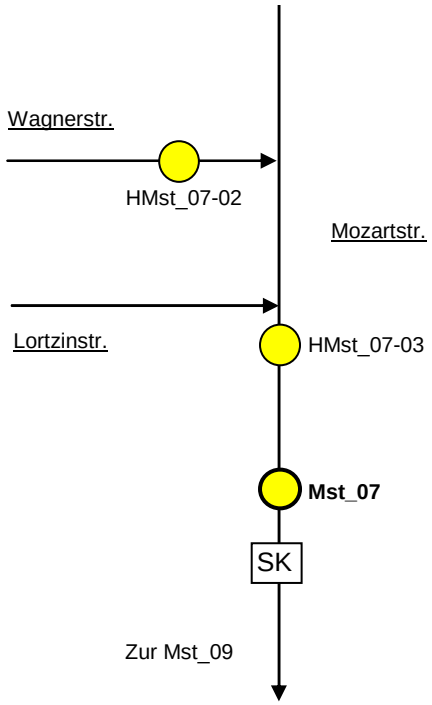


Bild 195: Systemschema EZG Mst_07

EZG Lüdenscheid, Mst_09, Abfluss Lösenbacher Landstraße

Die Messstelle Mst_09 befindet sich unterhalb der Mst_08 bzw. Mst_07 (s. Bild 196). An der Messstelle wurde bei Nachtzeiten ein Fremdwasserzufluss i. M. von 17,4 l/s gemessen. Für das Direkteinzugsgebiet bedeutet dies einen Fremdwasseranfall von 3,7 l/s. Aufgrund des steilen Einzugsgebietes war nur eine einzige Handmessung (HMst_09_01a) möglich, deren ermittelter Fremdwasserzufluss von 1,3 l/s als nicht sicher gewertet werden kann.

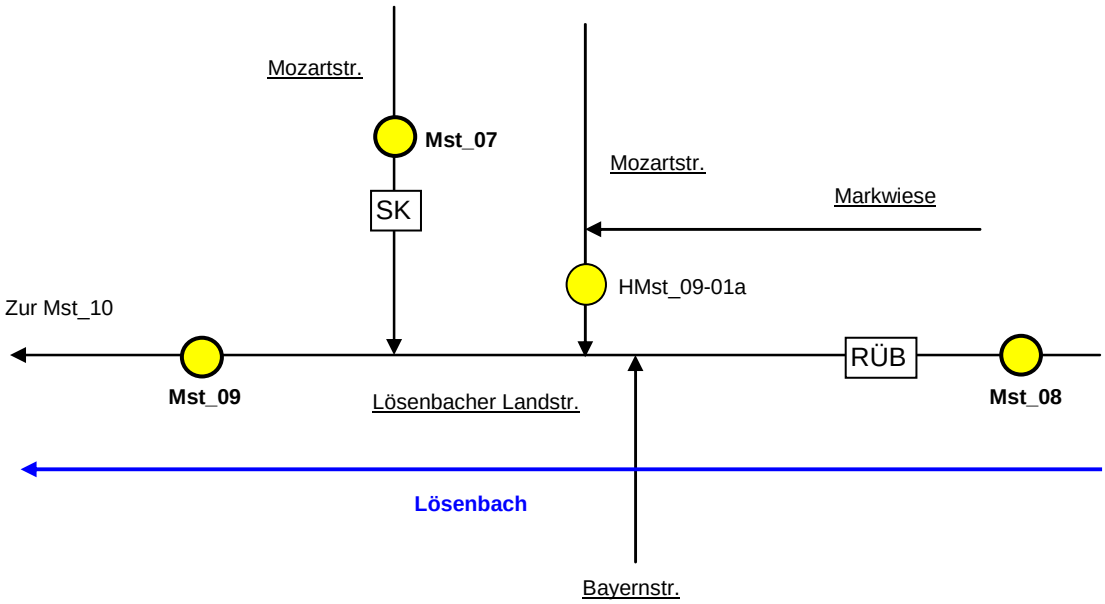


Bild 196: Systemschema EZG Mst_09

EZG Lüdenscheid, Mst_10, Abfluss Ende HS Lösenbachtal

Die Messstelle Mst_10 befindet sich unterhalb der Mst_09. An der Messstelle wurde bei Nachtzeiten ein Fremdwasserzufluss i. M. von 38,9 l/s gemessen. Für das Direkteinzugsgebiet bedeutet dies einen Fremdwasseranfall von 21,5 l/s. Mit einem Anteil von 20 % des gesamten Fremdwasseraufkommens ist dieses Gebiet eines von fünf Fremdwasserschwerpunkten im EZG der KA Volmetal. Zu Beginn der Messkampagne hatte der SEL bereits auf dieses Schwerpunktgebiet hingewiesen.

Entwässert wird das Einzugsgebiet primär über den in der Lösenbacher Landstraße verlegten HS Lösenbachtal. In diesen münden drei südlich der Lösenbacher Landstraße im Gewerbegebiet befindliche Nebensammler (ehemalige RV-Sammler), die mehrmals den Lösenbach kreuzen, sowie die nördlich der Lösenbacher Landstraße befindlichen Nebensammler Im Stoberg und Am Brauberg (s. Bild 197).

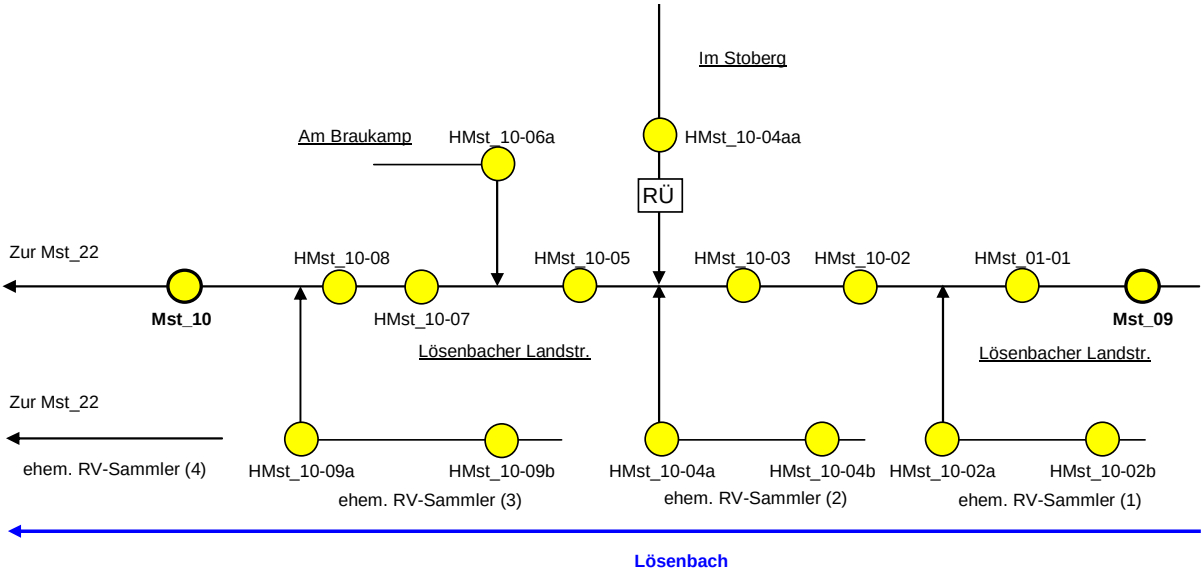


Bild 197: Systemschema EZG Mst_10

Insgesamt wurden in diesem Einzugsgebiet in 15 Schächten Handmessungen durchgeführt, davon 7 in der Lösenbacher Landstraße. Dabei hat sich herausgestellt, dass in den Hauptsträngen in der Lösenbacher Landstraße selbst auf einer Länge von rd. 2,5 km relativ wenig Fremdwasser (3,3 l/s) infiltriert wird, Verursacher sind hauptsächlich die Nebenstränge.

Nebenstränge nördlich der Lösenbacher Landstraße

Aus dem Gebiet Im Stoberg (HMst_10_04aa) fließen 4,8 l/s Fremdwasser ab. Mitverantwortlich hierfür sind gemäß Schadenskataster die schadhaften Haltungen 30858, 30856, 30855 sowie in 2 SW-Kanal-Schächte eindringendes Wasser (s. Bild 198, links).

Der Fremdwasserzufluss aus dem Gebiet Am Brauberg war zum Zeitpunkt der Handmessungen gering. Im Schacht 32150 wurde jedoch ein unbekannter Anschluss festgestellt, aus dem klares Wasser zufloss, möglicherweise aus dem oberhalb befindlichen Steinbruch (s. Bild 198, rechts).



Bild 198: **Haltung 30842, seitlicher Zufluss von klarem Wasser (links), Schacht 32150, seitlicher Zufluss von klarem Wasser (rechts)**

Nebenstränge südlich der Lösenbacher Landstraße (Gewerbegebiet)

An der HMst_10_02a (ehemaliger Ruhrverbandssammler 4) wurden 2,1 l/s Fremdwasser festgestellt, für die die schadhaften Haltungen 30248 und 30245 mitverantwortlich sind.

Aus dem ehem. RV-Sammler 3 (HMst_10_04a) betrug der Fremdwasserabfluss 1,3 l/s, für die zum Teil die schadhaften Haltungen 30254 und 32217 (s. Bild 199) verantwortlich sind.



Bild 199: **Haltung 32217, eindringendes Wasser**

Der größte Fremdwasserzufluss wurde im ehem. RV-Sammler 2 mit 9,9 l/s an der HMst_10_09a festgestellt. Ursächlich hierfür sind gemäß Schadenskataster unter anderem 13 schadhafte Haltungen sowie eine Vielzahl undichter Schächte und mehrere Fehlanschlüsse (s. Bild 200).

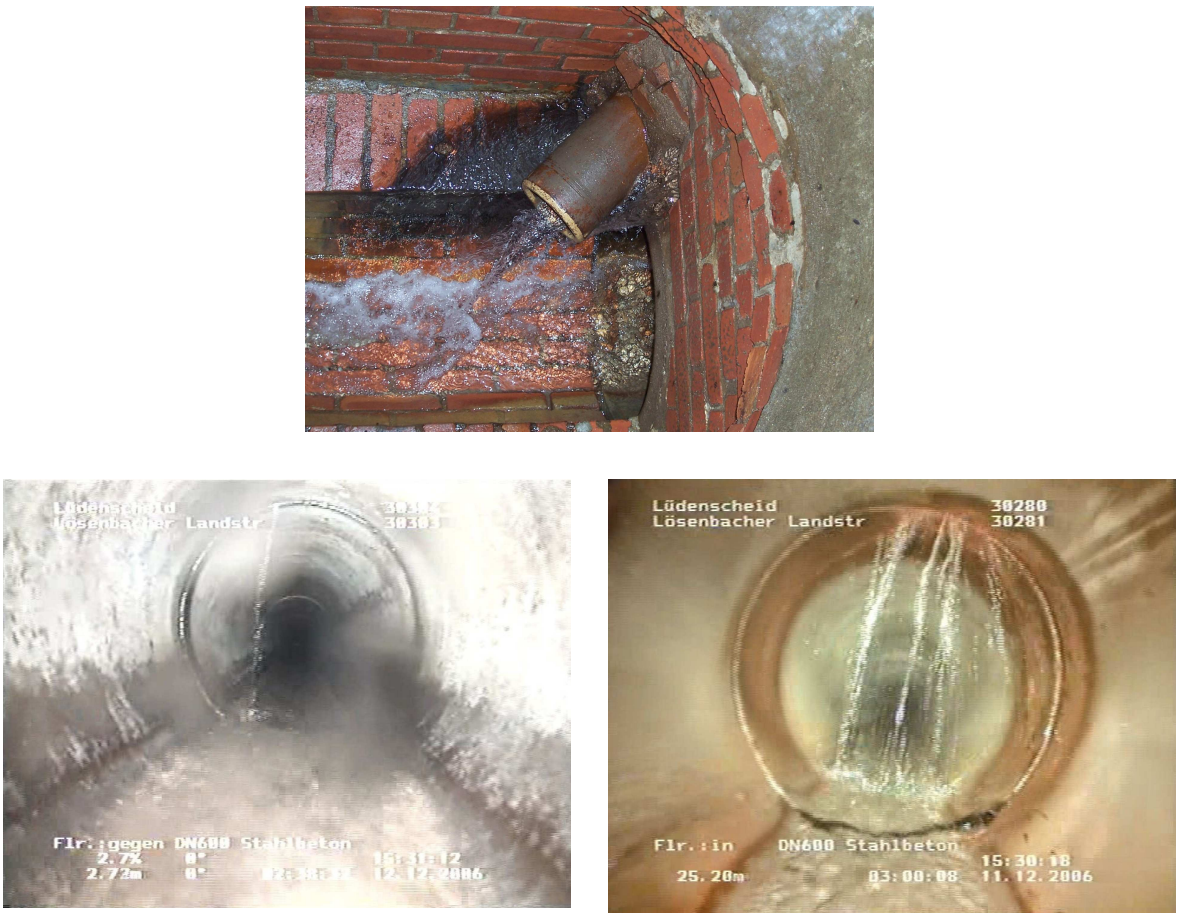


Bild 200: **Schacht 30305, seitlicher Zufluss von klarem Wasser (oben), Haltung 30303, eindringendes Wasser (unten links), Haltung 30280, eindringendes Wasser (unten rechts)**

EZG Lüdenscheid, Mst_22, Abfluss KA Volmetal

Entwässert wird das Einzugsgebiet über den in der Volmestraße verlegten Ahellesammler. In diesen münden zwei westlich der Volmestraße befindliche Nebensammler (Halverstraße u. Straße Am Kamp), die östlich der Volmestraße befindlichen Nebensammler (Parkstraße, Lösenbacher Landstraße) und der ehemalige RV-Sammler 4 (s. Bild 201).

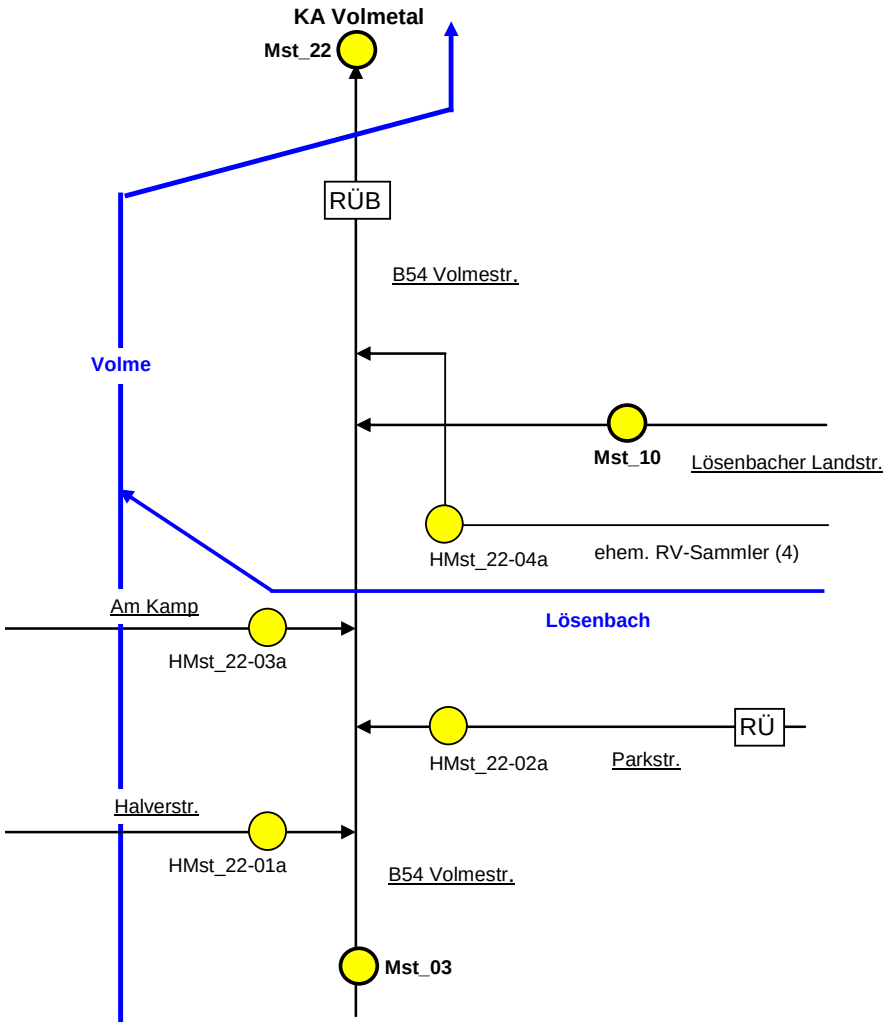


Bild 201: Systemschema EZG Mst_22

Der Mst_22 vorgelagert sind die Mst_03 und die Mst_10. An der Mst_22 wurde bei Nachtzeiten i. M. ein Fremdwasserzufluss von 91 l/s gemessen. Die Differenzbildung der Messstellen Mst_03 (64,7 l/s) und Mst_10 (38,9 l/s) weist eine negative Differenz aus.

Um einen plausiblen Wert für das gesamte Fremdwasseraufkommen im EZG der KA Volmetal bzw. den Fremdwasseranfall im Direkteinzugsgebiet der Mst_22 zu ermitteln, musste daher auf die Ergebnisse der Handmessungen im Direkteinzugsgebiet der Mst_22 zurückgegriffen werden. Dazu mussten die Ergebnisse der Handmessungen auf periodische Mittelwerte ($Q_{F,pM}$) umgerechnet werden. Zur Kalibrierung wurden die Ergebnisse der Handmessungen im EZG der Mst_03, die am gleichen Messtag stattgefunden haben, sowie der periodische Mittelwert ($Q_{F,pM}$) der Mst_03 genutzt.

Rückgerechnet aus den Handmessungen verteilt sich das Fremdwasseraufkommen im Direkteinzugsgebiet der Mst_22 folgendermaßen:

An der HMst_22_01a (Halverstraße) beträgt der Fremdwasserabfluss 1,3 l/s. Ein Teil des Abflusses ist der schadhaften Haltung 31244 (SW-Kanal) zuzuschreiben. Aus dem Seitenstrang Parkstraße (HMst_22_02a) wurden 2,1 l/s ermittelt, die unter anderem durch die Haltung 31022 verursacht werden. An der HMst_22_03a (Am Kamp) beträgt der Fremdwasserabfluss 0,6 l/s. Ursache hierfür sind die schadhafte Haltung 30964 sowie mehrere undichte Schächte.

Auch in den ehemaligen RV-Sammler 4 wird Fremdwasser infiltriert. An der HMst_22_04a wurden 1,2 l/s ermittelt, für die die Haltungen 30314, 30311, 30310, 30308 sowie mehrere undichte Schächte (s. Bild 202) mitverantwortlich sind.



Bild 202: Haltung 30314, Fehlanschluss

Im Zuge der Handmesskampagne wurde auch die Dichtigkeit des Volme-Dükers vor der KA Volmetal überprüft. Handmessungen ober- und unterhalb des Dükers haben die Dichtigkeit bestätigt. Aus den gemessenen Abflüssen lässt sich der Fremdwasserzufluss zur Kläranlage in einer Größe von 110 l/s ableiten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Fremdwasserzufluss zur KA Volmetal rd. 110 l/s beträgt, wobei 6,4 l/s im Direkteinzugsgebiet der Mst_22 und 103,3 l/s an den Mst_03 und Mst_10 anfallen.

Aufgrund der umfangreichen TV-Untersuchungen der einzelnen Städte war es möglich, ein genaues Schadensbild der Kanalnetze herzustellen. Im Rahmen des Fremdwasserprojektes wurden insbesondere die Schäden analysiert, die für einen möglichen Fremdwasserzutritt infrage kommen. Grundlage bilden die Schadensklassifizierung gemäß ISYBAU-Austauschformat sowie das ATV-Merkblatt M 143-1 [5] für Undichtigkeiten. Als potenzielle Fremdwasserquellen wurden die folgenden Schadensklassen gewertet:

- B - Boden sichtbar
- E - eindringendes Wasser
- F - Feuchtigkeit sichtbar bzw. Fehlanschluss
- L - Lageabweichung
- R - Riss
- U - Undichtigkeit

In Tabelle 152 sind die Fremdwasserquellen bezogen auf die stationären Messstellen aufgeführt.

Tabelle 152: Übersicht der Schäden in der öffentlichen Kanalisation

Bezeichnung Teilgebiet	zugehörige stat. Mst.	Fremdwasser-quellen	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
			$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ [1)] [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ [1)] [%]
EZG Kierspe						
Kierspe	MST_01	- 4 schadhafte Haltungen	2,8	2	1,7	2
EZG Halver						
Halver	MST_02	- 1 Bachanschluss - undichter Volme-Düker (Poststraße) - 52 schadhafte Haltungen	10,6	10	7,0 [2)] 4,6 [3)]	6 [2)] 4 [3)]
EZG Lüdenscheid						
Talstr. (östl. Bereich)	MST_05	- 16 undichte Schächte - 15 schadhafte Haltungen	8,1	7	4,6	4
Pöppelsheim	MST_06	- 17 undichte Schächte - 6 schadhafte Haltungen	6,2	6	3,5	3
Talstr. (westl. Bereich)	MST_263	- 1 Fehlanschluss - 11 undichte Schächte - 10 schadhafte Haltungen	19,5	18	10,5	9
Ahelle	MST_03	- 11 undichte Schächte - 26 schadhafte Haltungen	17,5	16	11,6	10
Mozartstr.	MST_07	- 7 undichte Schächte - 10 schadhafte Haltungen	6,3	6	2,9	3
In der Mark	MST_08	- 1 Teichüberlauf-anschluss - 4 undichte Schächte - 6 schadhafte Haltungen	7,4	7	4,6	4
Lösenbacher Landstr. (östl. Bereich)	MST_09	- 4 undichte Schächte - 3 schadhafte Haltungen	3,7	3	1,9	2

Lösenbacher Landstr. (westl. Bereich)	MST_10	- 3 Fehlanschlüsse - 23 undichte Schächte - 20 schadhafte Haltungen	21,5	19	15,1	14
KA Volmetal	MST_22	- 1 Fehlanschluss - 31 undichte Schächte - 7 schadhafte Haltungen	6,4	6	2,9	3
Summe Fremdwasser			**110,0**	**100**	**66,3** [2)]	**60** [2)]

[1)] bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall $Q_{F,pM}$ = 110 l/s

[2)] EZG Halver mit Abkoppelung des namenlosen Siepens

[3)] EZG Halver ohne Abkoppelung des namenlosen Siepens

5.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Bei den bisher ermittelten Fremdwassermengen handelt es sich um Halbjahreswerte der Monate Januar bis Juni 2007. Da die Messungen nur in der ersten Jahreshälfte und somit in den niederschlags- bzw. fremdwasserreichen Monaten stattfanden, ist eine Aussage über Jahresmittelwerte 2007 bislang nicht möglich gewesen. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den Jahren der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der letzten Jahre (2000 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert.

Im EZG der KA Volmetal lag der langjährige Faktor im Mittel über die Jahre 2000 bis 2007 bei 1,16 (s. Tabelle 153). Die Auswertung der Zuflussmessung auf der Kläranlage ergab für das Messjahr 2007 einen Faktor von 1,16. Mit Hilfe des Faktors 1,16 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert.

Tabelle 153: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 - 2007 für die KA Volmetal

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis Jan - Juni zu Jahresmittel
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	
2000	88	170	161	51	43	40	47	41	56	59	94	77	92 l/s	77 l/s	1,19
2001	81	102	107	98	53	49	45	40	75	51	62	76	82 l/s	70 l/s	1,17
2002	93	143	90	58	58	47	55	49	48	71	94	62	81 l/s	72 l/s	1,13
2003	106	92	71	42	47	40	36	32	28	46	60	92	66 l/s	58 l/s	1,15
2004	108	90	76	69	53	46	48	51	49	45	58	62	74 l/s	63 l/s	1,17
2005	108	92	83	85	66	48	46	56	44	33	56	93	80 l/s	67 l/s	1,19
2006	59	66	80	86	64	92	34	49	47	45	63	70	75 l/s	63 l/s	1,18
2007	**166**	**96**	**92**	**42**	**53**	**56**	**49**	**83**	**46**	**47**	**68**	**70**	**84 l/s**	**73 l/s**	**Messjahr 1,16**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,16

Die Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet bleibt dabei unverändert, wohingegen die absolute Fremdwassermenge in den einzelnen Teilgebieten geringer wird. Zur besseren Darstellung folgt in Bild 203 das bereits bekannte Fließschema mit den umgerechneten Jahresmittelwerten in den einzelnen Teilgebieten.

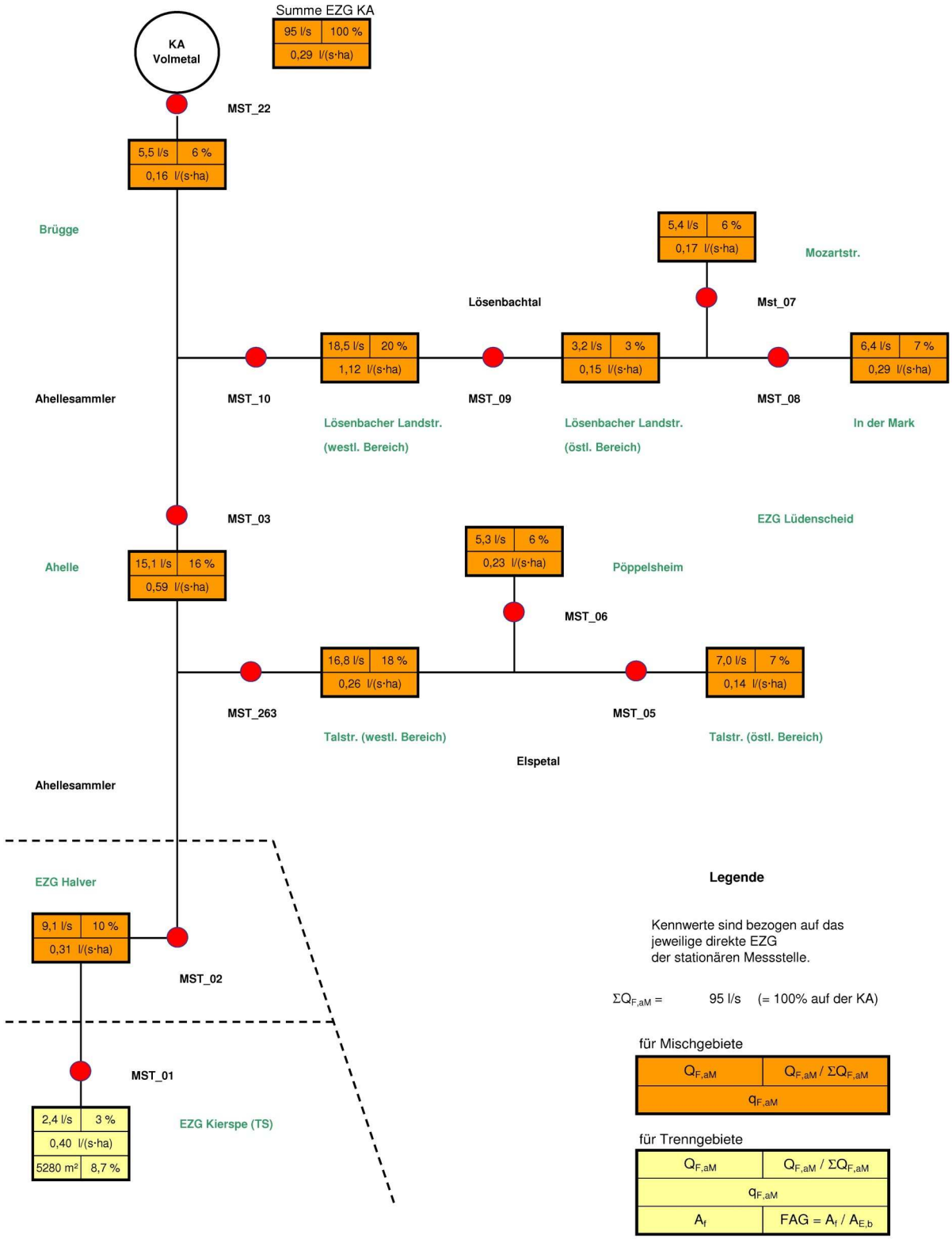


Bild 203: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Volmetal (umgerechnet auf Jahresmittelwerte 2007)

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer mög-

lichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist. Dazu zeigt Tabelle 154 eine Übersicht, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes, der reduzierte Fremdwasserabfluss sowie der auf das gesamte KA-Gebiet bezogene prozentuale reduzierte Fremdwasserabfluss aufgeführt sind. Die Fremdwasserreduzierungen wurden anhand der Schadenskataster sowie der Ergebnisse der Handmessungen abgeschätzt. Ebenso ist versucht worden, die Nachhaltigkeit der Fremdwassersanierungen mit einfließen zu lassen.

Insgesamt lassen sich durch die vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen (einschl. der Abkoppelung des namenlosen Siepens) im Jahresmittel ca. 57,1 l/s bzw. 60 % des Fremdwassers reduzieren.

Tabelle 154: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen

Messstelle	Messzeitraum Jan – Juni 2007	2007	reduzierbares Fremdwasser (bezogen auf die KA Volmetal) [3)]	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
EZG Kierspe				
Mst_01	2,8	2,4	1,5	2
EZG Halver				
Mst_02	10,6	9,1	6,0 [1)] (4,0) [2)]	6 [1)] (4) [2)]
EZG Lüdenscheid				
Mst_05	8,1	7,0	4,0	4
Mst_06	6,2	5,3	3,0	3
Mst_263	19,5	16,8	9,0	9
Mst_03	17,5	15,1	10,0	10
Mst_07	6,3	5,4	2,5	3
Mst_08	7,4	6,4	4,0	4
Mst_09	3,7	3,2	1,6	2
Mst_10	21,5	18,5	13,0	14
Mst_22	6,4	5,5	2,5	3
Summe	**110,0**	**94,7**	**57,1** [1)]	**60** [1)]

[1)] EZG Halver mit Abkoppelung des namenlosen Siepens

[2)] EZG Halver ohne Abkoppelung des namenlosen Siepens

5.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

5.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation sollten die lokalisierten Fremdwasserquellen im EZG der KA Volmetal möglichst zeitnah beseitigt werden. Mit Hilfe der Städte wurden für die entdeckten Schäden Sanierungsmöglichkeiten und Kosten ermittelt. Von den Städten Kierspe und Halver wurden die Kosten selbst ermittelt. Für den Bereich Lüdenscheid hat der Ruhrverband in Abstimmung mit dem SEL eine Kostenschätzung vorgenommen. Die Kosten für die Maßnahmen wurden abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

EZG Kierspe (Mst_01)

Bei den Fremdwasserquellen im Kiersper Kanalnetz handelt es sich ausschließlich um klassische Schäden, wie z. B. Risse und eindringendes Wasser, die mit überschaubarem Aufwand behoben werden sollen. Das Tiefbauamt Kierspe hat diesbezüglich in erster Linie eine Reparatur mit Hilfe von Partlinern sowie in wenigen Ausnahmen eine Sanierung mittels Schlauchlinern vorgesehen. Die geschätzten Gesamtkosten für die Maßnahmen zur Beseitigung der Fremdwasserquellen im städtischen Kanalnetz liegen nach Auskunft der Stadt Kierspe bei rd. 3.900 € brutto.

Mit der Kanalnetzsanierung können nicht alle Fremdwasserquellen beseitigt werden. Eine nicht bekannte Fremdwasserteilmenge wird von ca. 5.300 m^2 fehlangeschlossenen Flächen im Bereich privater Grundstücke ins Kanalnetz eingeleitet.

EZG Halver (Mst_02)

Bis auf den angeschlossenen Siepen im Bereich Burgweg handelt es sich im Halveraner Kanalnetz auch um überwiegend klassische Schäden, wie z. B. nicht fachgerechte Stutzen, eindringendes Wasser und sichtbarer Boden.

Mit dem im Jahr 2007 vom Ing.-Büro Feldmann (Nümbrecht) aufgestellten Zentralabwasserplan Ehringhausen-Oberbrügge wurde bereits ein Sanierungskonzept für das Halveraner Kanalnetz ausgearbeitet. Danach ist vorgesehen, die schadhaften Haltungen - soweit sie aus hydraulischen Gründen nicht ersetzt werden müssen - durch Part- bzw. Schlauchliner zu sanieren. Des Weiteren wurde auch die Abkoppelung des namenlosen Siepens im Bereich Burgweg mitbetrachtet. Hier ist vorgesehen, den Siepen im Zuge der Realisierung der ge-

planten Neubaugebiete (Trennsysteme) oberhalb des Burgwegs an den noch zu erstellenden RW-Kanal anzuschließen.

Die Umsetzung der Kanalsanierungsmaßnahmen ist nach ZAP im Zeitraum 2007 bis 2011 vorgesehen. Für den Neubau des RW-Kanals, an den der Siepen angeschlossen werden soll, gibt es noch keine zeitliche Vorgabe.

Die Gesamtbruttokosten für die Sanierung der Fremdwasserquellen wurden vom Ing.-Büro Feldmann mit 504.500 € beziffert. Davon entfallen 155.500 € auf die Maßnahmen im Kanalnetz und 349.000 € auf die Abkoppelung des Siepens.

EZG Lüdenscheid (Mst_03 bis Mst_263)

Bis auf den angeschlossenen Teichüberlauf im Wikingerweg (Mst_08) handelt es sich im Lüdenscheider Kanalnetz um überwiegend klassische Schäden, wie z. B. undichte Rohrverbindungen und -wandungen, Risse, Versatz, Verschiebung und Scherbenbildung, sowie um eine Vielzahl undichter Schächte.

Fremdwasserschwerpunkte sind die Bereiche Mst_10 (Lösenbachtal), Mst_03 (Ahelle u. unteres Elspetal) und Mst_263 (Elspetal).

Der SEL beabsichtigt, sämtliche Haltungsschäden mittels Schlauchlinern zu sanieren. Hinsichtlich der schadhaften RV-Sammler im Bereich Mst_10 und Mst_22 sowie des Sammlers in der Talstraße (Mst_03) erwägt der SEL, die Sammler auf der gesamten Länge zu sanieren. Hintergrund sind Erfahrungen aus früheren Sanierungen in diesen Bereichen, die gezeigt haben, dass bei partiellen Sanierungen in kurzer Zeit häufig neue Schäden ober- bzw. unterhalb der sanierten Haltungen auftraten.

5.3.2 Ermittlung der Kosten der einzelnen Maßnahmen

Die im Rahmen der Handmessungen, Ortsbegehungen und Auswertung der Schadenskataster in den EZG Kierspe, Halver und Lüdenscheid gefundenen Schadensbereiche sind mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen in Tabelle 155 bis Tabelle 157 aufgeführt. Abschließend folgt in Tabelle 158 eine Übersicht aller geplanten Gesamtkosten.

Die Gesamtbruttokosten für die Sanierung der Fremdwasserquellen im EZG Lüdenscheid betragen gemäß Kostenschätzung rd. 1.595.300 €. Hierin sind auch die Kosten der schon zwischenzeitlich durchgeführten Maßnahmen:

- Sanierung des Ahellesammlers im Bereich Stadtgrenze Halver bis zur Talstraße in Lüdenscheid (Mst_03),
- Abkoppelung des Teichüberlaufs im Wikingerweg (Mst_08)

mit einem geschätzten Kostenanteil von rd. 50.000 € enthalten.

Die Sanierungskosten wurden von den Städten Kierspe und Halver zur Verfügung gestellt. Für das EZG Lüdenscheid hat der Ruhrverband in Abstimmung mit dem SEL eine eigene Kostenschätzung durchgeführt.

Tabelle 155: Schäden und geplante Sanierungskosten im EZG Kierspe

Bezeichnung	Schaden	Sanierungsverfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
EZG Mst_01			
In der Delle	schadhafte Haltung	Partliner	1.200
Gokesberg	schadhafte Haltung	Partliner	600
Bollwerkstr.	schadhafte Haltungen	Partliner	1.500
EZG Mst_02			
Bollwerkstr.	schadhafte Haltung	Partliner	600
Summe Kierspe (gerundet)			**3.300**

Tabelle 156: Geplante Sanierungskosten im EZG Halver

Bezeichnung	Schaden	Sanierungsverfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
EZG Mst_02 (Sanierungskosten gem. ZAP Halver-Oberbrügge, Ing.-Büro Feldmann)			
EZG Halver	schadhafte Haltungen	Schlauch- und Partliner	155.500
Burgweg	Abkoppelung des namen-losen Siepens	Anschluss des Siepens an einen noch zu bauenden RW-Kanal	349.000
Summe Halver (gerundet)			**504.500**

Tabelle 157: Schäden und geplante Sanierungskosten im EZG Lüdenscheid

Bezeichnung des EZG	Schaden	Sanierungsverfahren	Sanierungs-kosten [€] brutto
Mst_05	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	143.300
	undichte Schächte	Schachtsanierung	7.200
Zwischensumme Mst_05			**150.500**
Mst_06	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	41.300
	undichte Schächte	Schachtsanierung	11.400
Zwischensumme Mst_06			**52.700**
Mst_263	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	224.200
	undichte Schächte	Schachtsanierung	9.000
Zwischensumme Mst_263			**233.200**
Mst_03	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	429.600
	undichte Schächte	Schachtsanierung	4.100
Zwischensumme Mst_03			**433.700**
Mst_07	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	133.200
	undichte Schächte	Schachtsanierung	13.000
Zwischensumme Mst_07			**146.200**
Mst_08	Teichüberlauf	Abkoppelung vom Kanalnetz	1.000
	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	70.100
	undichte Schächte	Schachtsanierung	4.200
Zwischensumme Mst_08			**75.300**
Mst_09	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	40.800
	undichte Schächte	Schachtsanierung	3.600
Zwischensumme Mst_09			**44.400**
Mst_10	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	318.700
	undichte Schächte	Schachtsanierung	31.200
Zwischensumme Mst_10			**349.900**
Mst_22	schadhafte Haltungen	Schlauchliner	86.400
	undichte Schächte	Schachtsanierung	23.000
Zwischensumme Mst_22			**109.400**
Summe Lüdenscheid (gerundet)			**1.595.300**

Tabelle 158: Sanierungskosten im Einzugsgebiet der KA Volmetal

EZG	Sanierungskosten [€] brutto
Kierspe	3.300
Halver	504.500
Lüdenscheid	1.595.300
Summe	**2.103.100**

5.3.3 Alternative Maßnahmenkonzepte

Neben den Sanierungsmaßnahmen im Kanalnetz können alternative Maßnahmen beim Betrieb der Regenbecken die Mischwasseremissionen kurzfristig reduzieren.

Durch eine nachhaltige Verringerung des Fremdwassers kann im EZG der KA Volmetal eine Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Situation erzielt werden. Die Entlastungshäufigkeit am RÜB/SK KA Elspetal und insbesondere am RÜB/SK Brügge wird deutlich zurückgehen.

Im Rahmen der im Anschluss an das Untersuchungsvorhaben durchzuführenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) werden detaillierte modelltechnische Betrachtungen zu den möglichen alternativen Maßnahmenkonzepten vorgenommen.

5.4 Bewertung

5.4.1 Ermittlung des Nutzwertes der Sanierungsmaßnahmen bzw. Fremdwasserschwerpunkte (Nutzwertanalyse)

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetzemissionen sowie auf die Kläranlagenemissionen und die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Orte bzw. Fremdwasserschwerpunkte beurteilt. Untersucht wurden folgende Fremdwasserschwerpunktgebiete:

- EZG Kierspe (Mst_01)
- EZG Halver (Mst_02)
- EZG Lüdenscheid, Talstraße, östlicher Bereich (Mst_05)
- EZG Lüdenscheid, Talstraße, westlicher Bereich (Mst_263)

- EZG Lüdenscheid, Ahelle (Mst_03)
- EZG Lüdenscheid, In der Mark (Mst_08)
- EZG Lüdenscheid, Lösenbacher Landstraße (Mst_10)

Da das EZG Halver (Mst_02) einmal mit bzw. ohne Siepenabkoppelung zu bewerten ist, ergeben sich insgesamt 8 Bewertungsmatrizes, die im Anhang C dokumentiert sind. In Tabelle 159 und Bild 204 sind die Ergebnisse der Nutzwertermittlung tabellarisch bzw. grafisch zusammengestellt.

Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Tabelle 159: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche

Rang	EZG	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
			Abwasserabgabenrelevanz	Fremdwasserreduzierung	Kanalnetzemissionen	Kläranlagenemissionen	Immissionssituation	**Summe**
1	Lüdenscheid	Mst_263, Talstraße (westl. Bereich)	30	24	23	0	16	**93**
2	Lüdenscheid	Mst_10, Lösenb. Landstr. (westl. Bereich)	30	26	24	0	6	**86**
3	Lüdenscheid	Mst_03, Ahelle	30	25	25	0	6	**86**
4	Halver	Mst_02, EZG Halver (mit Siepenabkoppelung)	0	30	15	0	6	**51**
5	Halver	Mst_02, EZG Halver (ohne Siepenabkoppelung)	0	28	15	0	6	**49**
6	Lüdenscheid	Mst_05, Talstraße (östl. Bereich)	0	28	0	0	16	**44**
7	Lüdenscheid	Mst_08, In der Mark	0	23	0	0	6	**29**
8	Kierspe	Mst_01, EZG Kierspe	0	21	0	0	6	**27**

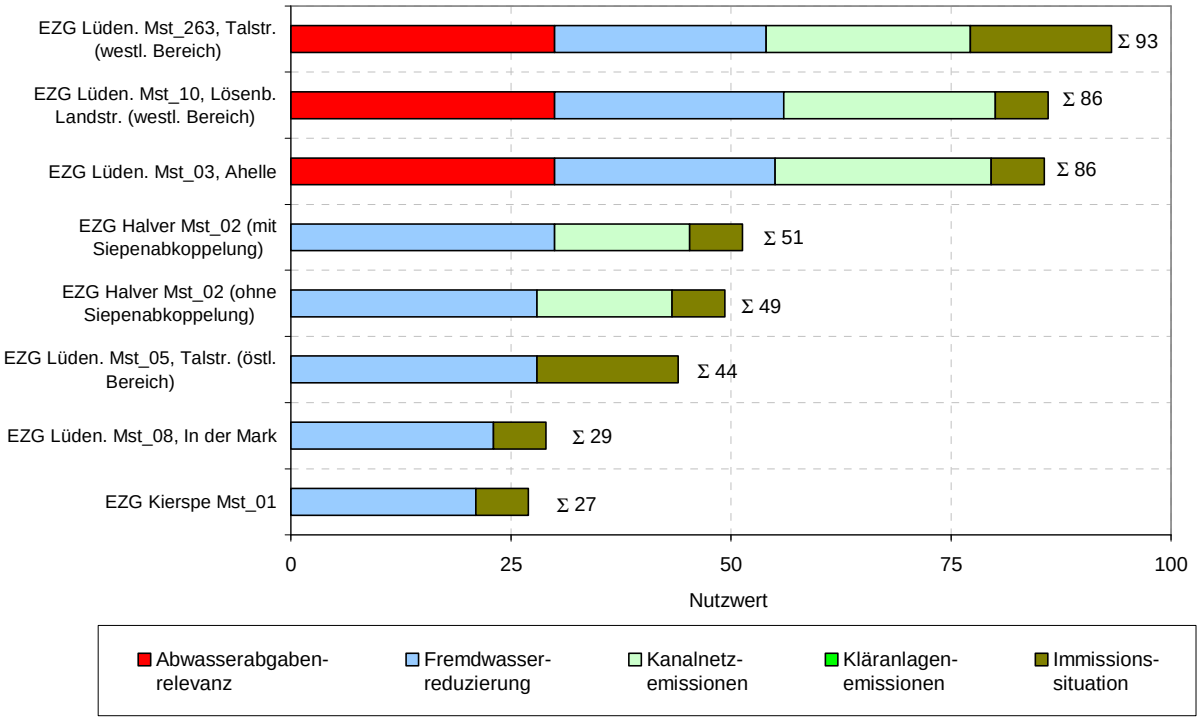


Bild 204: Zusammenstellung der Nutzwerte

Ausschlaggebend für den Nutzwert sind vor allem die Bewertungsbereiche Fremdwasserreduzierung und Abwasserabgabenrelevanz. Insgesamt mit den restlichen Bewertungskriterien liegen die Bewertungsmatrizes in der Summe zwischen 27 und 93 Punkten.

Für das Kriterium „Kanalnetzemissionen“ beschränkt sich die Bewertung auf den Verhältniswert nach A 128 vom erforderlichen zum vorhandenen Beckenvolumen und die jährliche Entlastungsdauer. Das erforderliche Behandlungsanlagenvolumen im Einzugsgebiet der KA Volmetal ist bereits gebaut. Nach heutigem Kenntnisstand ist das vorhandene Volumen größer als das benötigte, sodass die minimale Verringerung des Verhältnisses vom erforderlichen zum vorhandenen Volumen keinen relevanten Nutzwert erzielt. Über etwaige CSB-Reduktionen ohne Kalibrierungsberechnungen können kaum Aussagen gemacht werden. Daher wurde eine Verringerung der CSB-Entlastung an den heute mit hoher Entlastungsdauer behafteten Niederschlagswasserbehandlungsanlagen abgeschätzt. Es ist davon auszugehen, dass die Entlastungsdauer nach der Fremdwasserreduzierung zurückgehen wird.

Bei der Bewertung der Immissionssituation im Einzugsgebiet der KA Volmetal hat die Reduktion des Fremdwassers eine untergeordnete Bedeutung. Zum einen ist die Volme ein leistungsstarkes Gewässer, welches den größten Teil der entlasteten Niederschlagswässer aufnimmt, zum anderen liegen, abgesehen von der Elspe, über die kleineren Gewässer nur

sehr wenige Daten vor. Eine Abschätzung, ob durch die Fremdwasserreduzierung eine Verbesserung der Gewässergüteklasse erzielt werden kann, ist für die kleineren Gewässer nicht möglich.

Die Bewertungskriterien Fremdwasserreduzierung und Abwasserabgabenrelevanz sind für den Nutzwert ausschlaggebend. Die Summe aller Fremdwasserreduzierungen im EZG der Kläranlage mindert den Fremdwasseranteil auf 40 %. Auswirkungen auf die Abwasserabgabe haben nur die Lüdenscheider Sanierungsmaßnahmen in den Gebieten Ahelle (Mst_03), Talstraße, westlicher Bereich (Mst_263) und Lösenbacher Landstraße, westlicher Bereich (Mst_10).

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers in allen Teilgebieten eine geringfügige Verbesserung der Reinigungsleistung zwischen 0,1 bis 1,0 % erzielt werden. Basis war hierbei die Eliminationsleistung von 2007, die beim CSB bei 90 %, beim N_{ges} bei 73 % und beim P_{ges} bei 88 % lag.

Den höchsten Gesamtnutzwert haben die Lüdenscheider Sanierungsmaßnahmen in den Einzugsgebieten der Messstellen Mst_10, Mst_263 und Mst_03, welche auch als Fremdwasserschwerpunkte erkannt worden sind. Die Sanierungsmaßnahmen in den Einzugsgebieten Mst_02 (EZG Halver) und Mst_05 (EZG Lüdenscheid) erhalten mittelmäßige Nutzwerte, da hier im Vergleich weniger Fremdwasser anfällt. Den geringsten Nutzwert erzielen das EZG Kierspe (Mst_01) - bedingt durch das kleine Entwässerungsgebiet - sowie das Einzugsgebiet der Mst_08 in Lüdenscheid.

5.4.2 Abschätzung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Werden der Nutzwert und die Sanierungskosten ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich die in der Tabelle 160 aufgeführte Rangfolge.

Tabelle 160: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Rang	EZG	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Kierspe	Mst_01, EZG Kierspe	27	3.900	**6,92**
2	Lüdenscheid	Mst_263, Talstraße (westl. Bereich)	93	233.200	**0,40**
3	Lüdenscheid	Mst_08, In der Mark	29	75.300	**0,39**
4	Halver	Mst_02, EZG Halver (ohne Siepenabkoppelung)	49	155.500	**0,32**
5	Lüdenscheid	Mst_05, Talstraße (östl. Bereich)	44	150.500	**0,29**
6	Lüdenscheid	Mst_10, Lösenb. Landstr. (westl. Bereich)	86	349.900	**0,25**
7	Lüdenscheid	Mst_03, Ahelle	86	433.700	**0,20**
8	Halver	Mst_02, EZG Halver (mit Siepenabkoppelung)	51	504.500	**0,10**

Hier ergeben sich etwas andere Prioritäten als bei der alleinigen Betrachtung der Nutzwerte. Es ist deutlich zu erkennen, dass das Nutzwert-Kosten-Verhältnis klar von den Kosten beeinflusst wird. Maßnahmen, die mit wenig Kosten verbunden sind, sind normalerweise zu priorisieren.

Da jedoch drei Städte zur KA Volmetal entwässern, ist bei der Rangfolge zusätzlich zu berücksichtigen, dass in den Kanalnetzen Kierspe, Halver und Lüdenscheid unabhängig von der in Tabelle 160 gezeigten Rangfolge kurzfristig mit den Sanierungen begonnen wird.

Werden die kommunalen Einzugsgebiete berücksichtigt, ergibt sich die in Tabelle 161 aufgeführte Sanierungsrangfolge. Zusätzlich sind die in den einzelnen TEZG voraussichtlich reduzierbaren Fremdwasserabflüsse ausgewiesen. Zusammenfassend ist diese Sanierungsreihenfolge in Bild 205 in rot dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden.

Tabelle 161: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse (kommunenbezogen)

Rang *)	EZG (Stadt)	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/ Kosten [1/1.000 €]	reduziertes Fremd-wasser im TEZG $Q_{F,aM}$ [l/s]
1	Kierspe	Mst_01, EZG Kierspe	27	3.900	6,92	1,5
1	Halver	Mst_02, EZG Halver (ohne Siepenabkoppelung)	49	155.500	0,32	4,0
2	Halver	Mst_02, EZG Halver (mit Siepenabkoppelung)	51	504.500	0,10	6,0
1	Lüdenscheid	Mst_263, Talstraße (westl. Bereich)	93	233.200	0,40	9,0
2	Lüdenscheid	Mst_08, In der Mark	29	75.300	0,39	4,0
3	Lüdenscheid	Mst_05, Talstraße (östl. Bereich)	44	150.500	0,29	4,0
4	Lüdenscheid	Mst_10, Lösenbacher Landstr. (westl. Bereich)	86	349.900	0,25	13,0
5	Lüdenscheid	Mst_03, Ahelle	86	433.700	0,20	10,0

*) kommunenbezogene Rangfolge

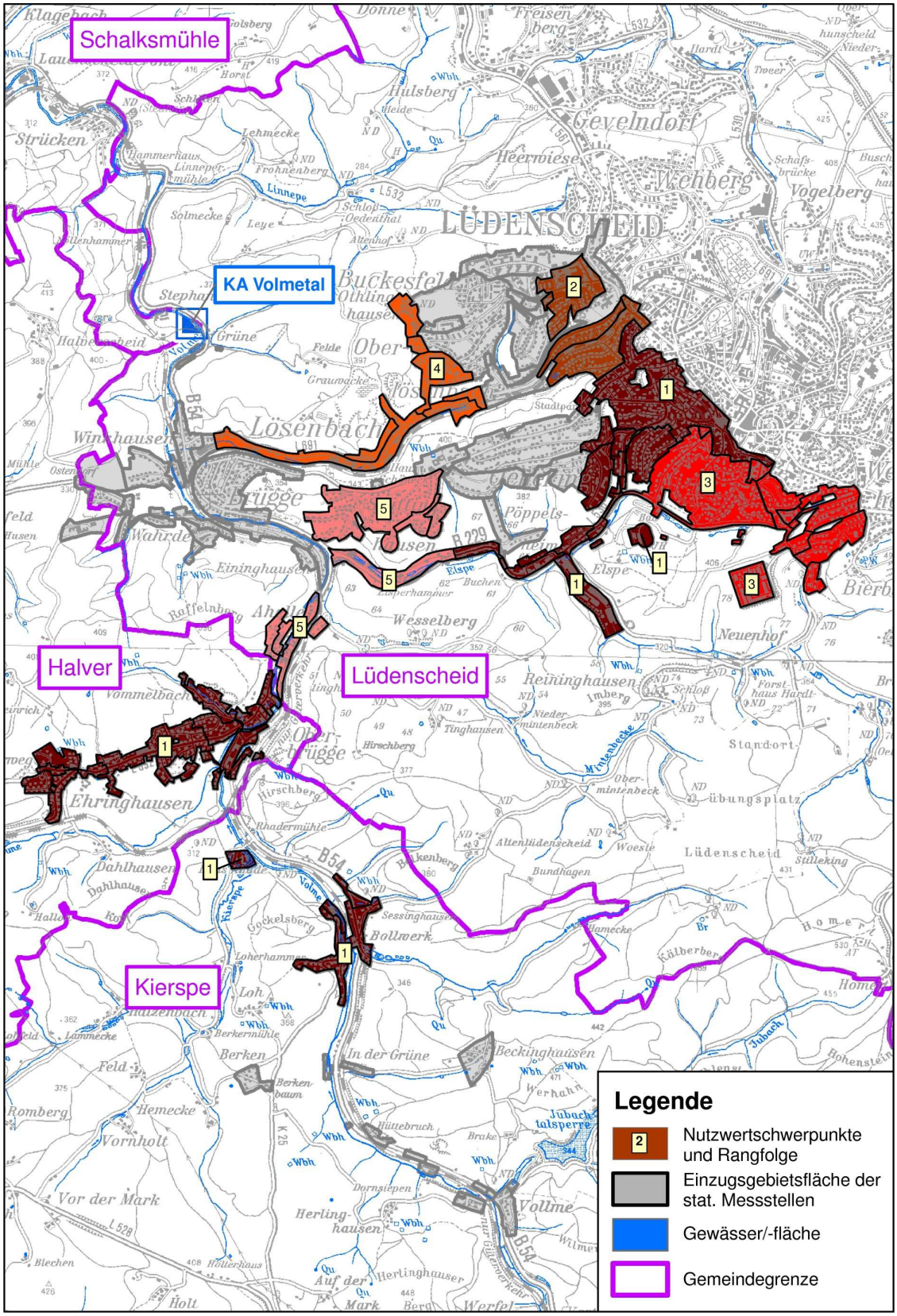


Bild 205: Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse

6 Kläranlagen im Stadtgebiet von Warstein

6.1 KA Warstein

6.1.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

6.1.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Die Stadt Warstein liegt im Süden des Kreises Soest an der Bundesstraße B55 zwischen Lippstadt und Meschede (s. Bild 206). Die Topologie des betrachteten Einzugsgebietes stellt sich als typische Hügellandschaft der auslaufenden Sauerlandhöhen dar. Die bebauten Flächen liegen zum Teil auf den Höhen, zum größeren Teil aber in den Tälern und an den Flanken der Gewässer Westerbach (Wäster), Dorpke und der Range bzw. des Wäschebaches. Die Gefälleverhältnisse sind in den Hügel- und Hanglagen gut, in den Tallagen ausreichend. Die erschlossenen und kanalisierten Gebiete haben kleinstädtischen Charakter mit größtenteils offener ein- bis zweigeschossiger, beiderseits der B55 drei- bis viergeschossiger Bebauung. Das Einzugsgebiet der KA Warstein umfasst den Stadtkern, den Stadtteil Suttrop sowie die Westfälische Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie Warstein (WKPP) mit einer Gesamtfläche von $A_{E,k}$ = 486 ha. Die Warsteiner Brauerei sowie einzelne Hausanschlüsse aus den Gebieten Mescheder Schling und Homertrift liegen außerhalb der geschlossenen Ortslage und sind im Trennsystem durch einen gesonderten Zulauf (Brauereikanal) mit einer Fläche von $A_{E,k}$ = 67 ha direkt an die Kläranlage angeschlossen.

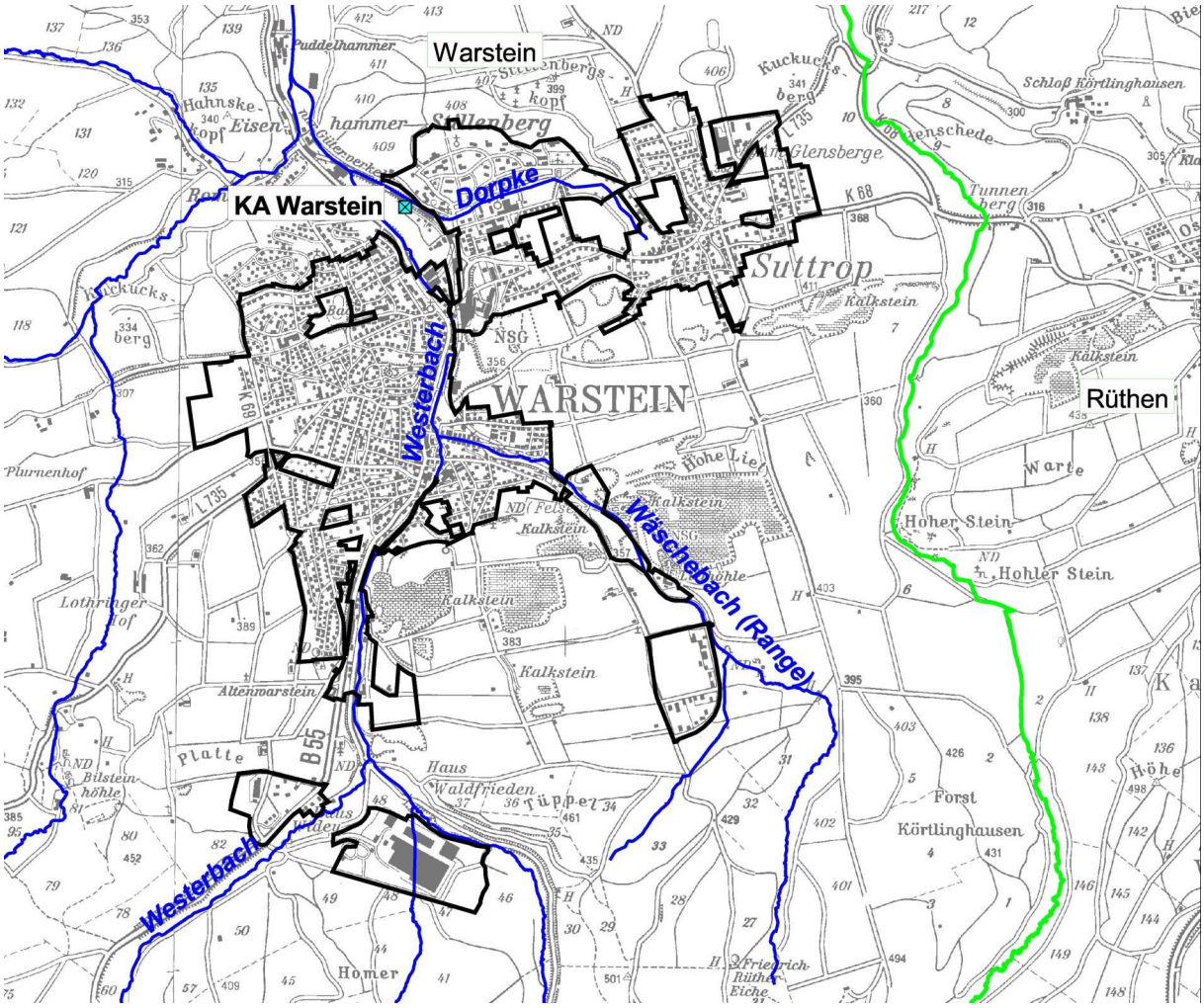


Bild 206: Einzugsgebiet der KA Warstein

Neben der Warsteiner Brauerei ist die Wirtschaftsstruktur der Region durch eine kleinere Anzahl an Handwerks- und Gewerbebetrieben geprägt, die meist in den geschlossenen Gewerbegebieten Kreggenbrink und Enkerbruch angesiedelt sind.

6.1.1.2 Hydrologie und Hydrogeologie

Die mittlere Jahresniederschlagshöhe (2000 - 2006) im Einzugsgebiet der KA Warstein beträgt ca. 1.043 mm/a. Diese Niederschlagshöhe ist charakteristisch für den Randbereich des Sauerlandes und liegt über der mittleren Niederschlagshöhe des Landes Nordrhein-Westfalen.

Die Bodenkarte des geologischen Dienstes NRW weist als vorherrschenden Bodentyp typische Braunerde mit vereinzelt Pseudogley-Kolluvisol aus. In den Außenbereichen befindet sich Kalkstein, der im Tagebau für die Zementherstellung gewonnen wird.

Entlang des Westerbaches (Wäster) überwiegt fast durchgängig Gley bzw. Auengley, ein durch Grundwasser geprägter Boden. Die unteren Bereiche des Bodens sind ständig wassergesättigt, während die oberen Bereiche Schwankungen im Wasserhaushalt unterliegen. Diese stark wasserhaltigen Böden sind gerade in den Wintermonaten für erhöhte Fremdwassereintritte verantwortlich. Im Bereich der Gewässer Dorpke und Range (Wäschebach) hat sich Kolluvisol, ein Boden aus ausgespültem oder verwehrtem humosem Bodenmaterial gebildet. Dieser tiefgründige Boden verfügt über ein gutes Wasserrückhaltevermögen.

Die Niederschlagsmenge im ersten Halbjahr liegt nach der 30-jährigen Statistik des DWD bei 503 mm. Der Untersuchungszeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007 lieferte mit 663 mm ca. 30 % mehr Niederschlag, wobei die Unterschiede in den Einzelmonaten teils erheblich waren. Tabelle 162 zeigt den Monatsvergleich zwischen dem Untersuchungszeitraum und der langjährigen Statistik des DWD.

Tabelle 162: Monatliche Niederschlagshöhen im Vergleich zum langjährigen Mittel

Monat	N [mm] Jahr 2007	N [mm] Mittelwerte der Jahre 1961 bis 1990 (DWD Station Warstein)
Januar	144	90
Februar	109	69
März	127	82
April	5	76
Mai	155	89
Juni	123	97
Summe	**663**	**503**

Während der April außergewöhnlich trocken war und im Vergleich zum langjährigen Mittel ca. 90 % weniger Niederschlag lieferte, waren alle anderen Monate außergewöhnlich niederschlagsreich. Der Mai lieferte mit ca. 75 % im Vergleich zum langjährigen Mittel den höchsten Niederschlag.

Die mittleren Temperaturen fielen im Vergleich zum langjährigen Mittel eher überdurchschnittlich (s. Tabelle 163) hoch aus. Auch die Monate Januar und Februar fielen wärmer aus, sodass der gefallene Niederschlag in der Winterperiode nicht als Schnee hervorging und somit oberflächlich sofort zum Abfluss kam.

Tabelle 163: Mittlere Monatstemperaturen im Vergleich zum langjährigen Mittel

Monat	T [°C] Jahr 2007	T [°C] Mittelwerte der Jahre 1961 bis 1990 (DWD Station Arnsberg)
Januar	5,8	0,9
Februar	4,7	1,3
März	6,2	3,9
April	11,2	7,1
Mai	13,7	11,8
Juni	16,8	14,8

6.1.1.3 Siedlungsentwässerung

6.1.1.3.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das kanalisierte Einzugsgebiet der KA Warstein weist eine Größe von insgesamt 553 ha aus. Der befestigte Anteil liegt bei 206 ha und entspricht einem mittleren Befestigungsgrad von rd. 37 %.

Die Entwässerung erfolgt zu 78 % im Misch- und 22 % im Trennverfahren. Größere Trennsysteme sind vornehmlich im Gewerbegebiet Enkerbruch sowie in den neu erschlossenen Baugebieten (Dahlborn und Suttrop) vorzufinden. Des Weiteren sind die Warsteiner Brauerei sowie einzelne Hausanschlüsse aus den Gebieten Mescheder Schling und Homertrift im Trennsystem durch einen gesonderten Zulauf (Brauereikanal) direkt an die Kläranlage angeschlossen.

Das zuständige Wasserversorgungsunternehmen sind die Stadtwerke Warstein mit einer mittleren Abgabe von rd. 118 l/(E · d) im Jahr 2006. Darin enthalten ist auch der Anteil für Kleingewerbe.

Das Kanalnetz beinhaltet insgesamt neun Mischwasserentlastungen aus Regenüberläufen. Darüber hinaus verfügt das Netz über insgesamt drei Niederschlagswasserbehandlungsanlagen, die sich in einen Stauraumkanal und zwei Regenüberlaufbecken aufteilen. Das zur Verfügung stehende Behandlungsvolumen beträgt 6.080 m^3 und entspricht einem spezifischen Speichervolumen V_s = 35 m^3/ha bezogen auf die befestigte Fläche im Mischsystem. Laut der Schmutzfrachtberechnung im Jahr 1996 [31] ist kein weiteres Behandlungsvolumen für den Prognosezeitraum erforderlich.

6.1.1.3.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der KA Warstein vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der KA Warstein für die Jahre 2000 bis 2006 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet.

In Bild 207 sind die Ergebnisse der Trockenwetterauswertung und die Ermittlung des Fremdwasserabflusses nach der Jahresschmutzwassermethode in Abhängigkeit der mittleren Jahresniederschlagshöhen der Stationen Warstein, Warstein-Belecke sowie Warstein-Hirschberg dargestellt.

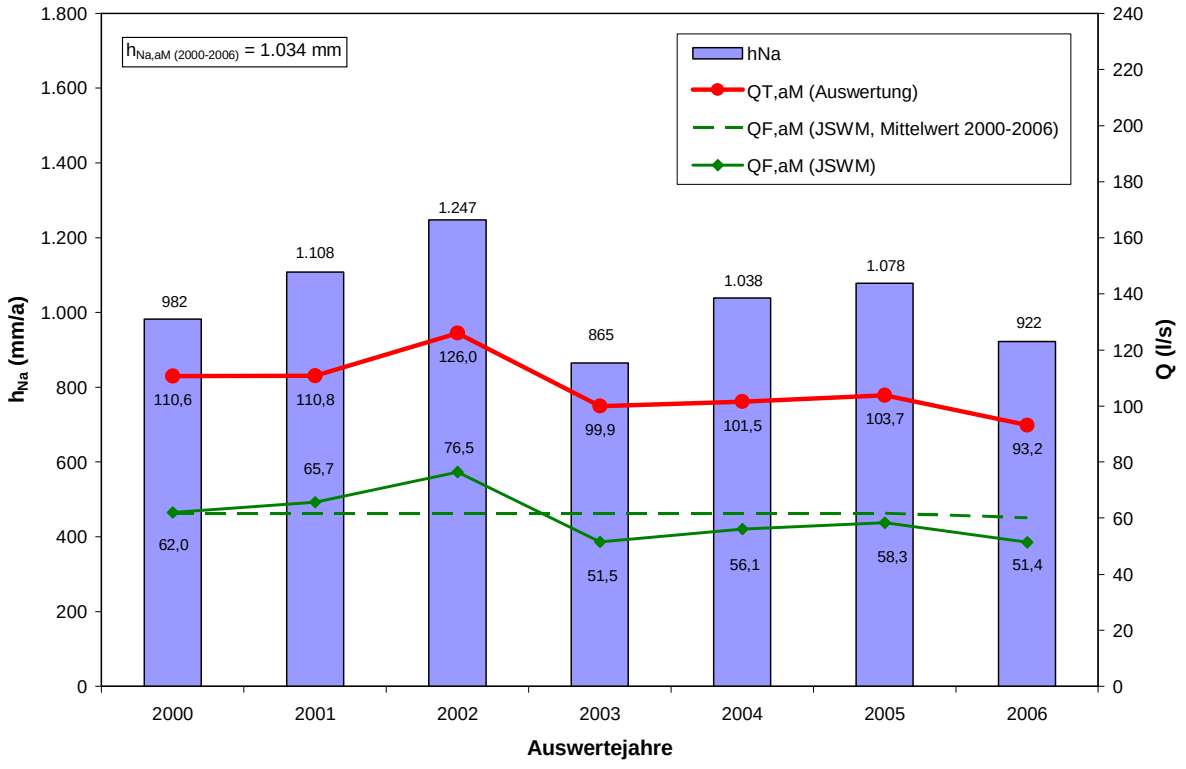


Bild 207: Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Warstein mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2006

Es ist erkennbar, dass der Gesamtabfluss in regenreichen Jahren ebenso ansteigt wie der darin enthaltene Fremdwasserabfluss. Einzig das Abflussjahr 2000 korrespondiert mit seinen relativ hohen Abflüssen nicht in gleichem Maße zum gefallenen Jahresniederschlag wie in den Vergleichsjahren. Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 93 und 126 l/s. Im Einzugsgebiet der KA Warstein beträgt der spezifische Trinkwasserverbrauch nach Angabe der Stadtwerke Warstein rd. 118 l/(E · d). Die Einwohnerzahl im betrachteten Einzugsgebiet (EZG) ist leicht rückläufig und liegt bei 12.450 E. Anhand der beiden Grundlagendaten errechnet sich ein häuslicher Schmutzwasseranfall von rd. 17 l/s. Der industrielle Schmutzwasserabfluss wurde aus den Veranlagungslisten des Ruhrverbandes für die einzelnen Jahre berücksichtigt. Hierbei sind die Warsteiner Brauerei mit einer mittleren Abgabe von rd. 28 l/s und die WKPP mit einer Schmutzwassermenge von rd. 1,7 l/s besonders zu erwähnen. Alle anderen kleingewerblichen Abflüsse sind bereits im spezifischen Trinkwasserverbrauch enthalten. Der Unterschied des Trockenwetterabflusses der einzelnen Jahre ist daher ausschließlich auf den Fremdwasseranfall zurückzuführen, der zwischen 51,4 l/s und 76,5 l/s schwankt und i. M. bei rd. 60 l/s liegt.

Die jahreszeitliche Variabilität des Fremdwasseraufkommens wird in Bild 208 und Bild 209 deutlich. Exemplarisch ist das Fremdwasseraufkommen eines nassen (2002) und eines trockenen (2003) Jahres dargestellt. Ausgangspunkt ist zunächst der Fremdwasserabfluss als Jahresmittel nach der Jahresschmutzwassermethode (im Mittel der Jahre 2000 - 2006). Dem gegenübergestellt sind die Fremdwasserabflüsse nach der Methode des gleitenden 21-d Minimums im monatlichen und jährlichen Mittel.

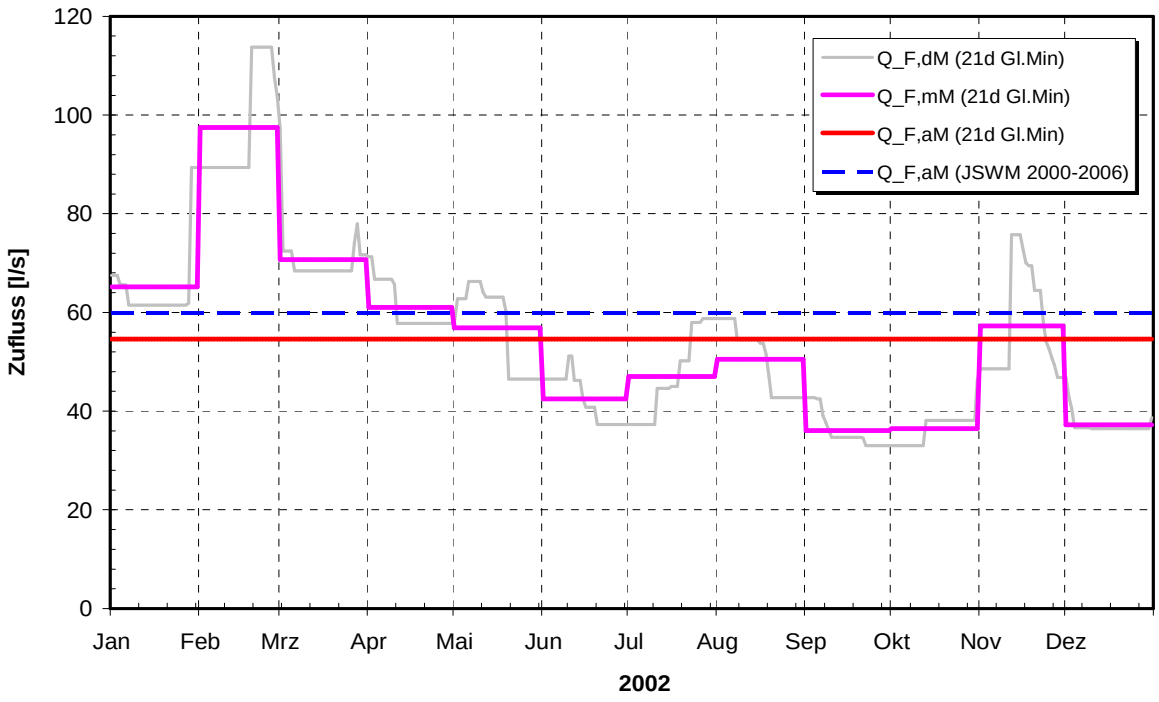


Bild 208: Jahresgang des Fremdwasserabflusses in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.247 mm

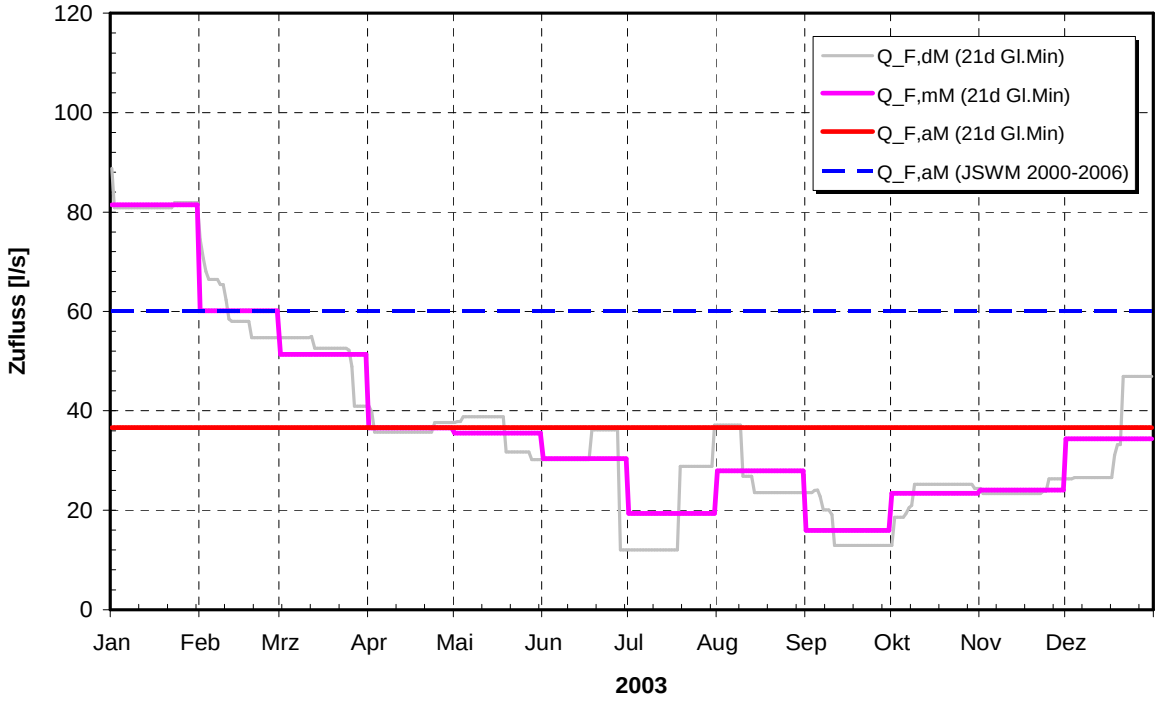


Bild 209: Jahresgang des Fremdwasserabflusses in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 865 mm

Die Schwankungen der Monatsmittelwerte innerhalb eines Jahres sind in beiden Jahren stark ausgeprägt. Im Jahr 2002 schwanken die Abflüsse zwischen 38 l/s im September und

98 l/s im Februar, im trockenen Jahr 2003 zwischen 18 l/s im September und 81 l/s im Januar.

Die Ursache für die jahreszeitliche Variabilität ist auf die hydrologischen Randbedingungen zurückzuführen. Durch die geringere Verdunstung im Winterhalbjahr führen die Niederschläge zu einer direkten Anreicherung des Bodenwasserhaushaltes und damit zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels. Aufgrund dessen ist die Infiltration in die Kanalisation höher als im Sommer. Erfahrungsgemäß gehen länger andauernde Regenereignisse im Winter mit einem ausgeprägten Fremdwassernachlauf einher.

Die Kenndaten und Fremdwasserauswertungen zu dem Einzugsgebiet der KA Warstein sind in Tabelle 164 als Mittelwerte über die Jahre 2000 bis 2006 zusammengefasst.

Tabelle 164: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen als Mittelwerte (2000 – 2006)

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwerte
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.034
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	3.360.142
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	106,5
Einwohner	E	E	12.372
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	118
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	16,9
Gewerblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	29,2
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	46,1
Einwohnerspez. Trockenwetterabflussspende	q_T	l/(E · d)	540
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	60,5
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Minimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	46,3
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	q_F	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,29
Fremdwasserzuschlag (JSWM) ohne Brauerei	FWZ	%	358
Fremdwasserzuschlag (JSWM) mit Brauerei	FWZ	%	131

Die hohe einwohnerspezifische Trockenwetterabflussspende (q_T) und der Fremdwasserzuschlag (FWZ) ohne Berücksichtigung der Brauerei weisen das Einzugsgebiet der KA Warstein als fremdwasserbelastet aus. Auch die Fremdwasserabflussspende q_F bezogen auf die befestigte Fläche im Einzugsgebiet liegt deutlich über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 genannten oberen Anhaltswert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$).

Reinigungsleistung der Kläranlage

Geringe Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage sind ein weiteres Indiz für einen erhöhten Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet. So gibt die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 [11] charakteristische Konzentrationswerte für die Parameter CSB, TKN und P an, deren Unterschreitung infolge der Verdünnung einen Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ > 100 %) darstellt. Höhere Zulaufkonzentrationen beim Parameter Nitrat (NO_3-N) deuten auf einen grundwasserbedingten Abfluss von Fremdwasser hin, da Grundwasser infolge landwirtschaftlich genutzter Flächen i. d. R. eine entsprechende Nitratbelastung aufzeigt.

Exemplarisch sind in Tabelle 165 die Ergebnisse im Zulauf der KA Warstein inkl. des Zuflusses aus der Warsteiner Brauerei als Mittelwerte über die Jahre 2001 bis 2006 zusammengestellt und den Indikatoren der DWA-Arbeitsgruppe gegenübergestellt.

Tabelle 165: Zulaufkonzentrationen zur KA Warstein (2001 – 2006)

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall nach [11]
CSB	469	573	< 400 mg/l
TKN	30,3	34,5	< 35 mg/l
P_{ges}	10,2	13,1	< 6 mg/l

Auf der KA Warstein liegt nur teilweise eine Verdünnung der Zulaufkonzentrationen vor. Nur die Zulaufkonzentrationen für den Parameter TKN liegen unter den Indikatorgrenzen. Somit belegen die Konzentrationen erst einmal nicht eindeutig den Rückschluss auf einen hohen Fremdwasseranfall. Wesentlichen Einfluss auf die Konzentrationen hat jedoch die Vermischung des Abwassers mit dem stark verschmutzten Abwasser der Warsteiner Brauerei.

In Tabelle 166 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Warstein (Größenklasse 4) für die Parameter CSB, N_{ges} (≥ 12 ℃) und P_{ges} im Jahr 2007 zusammengestellt.

Tabelle 166: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Warstein im Jahr 2007

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination [%]
CSB	90
N_{ges} (≥ 12 ℃)	45,5
P_{ges}	88

6.1.1.3.3 Kanalnetz

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Das digitale Kanalkataster der Stadt Warstein lag zur Festlegung der Messstellen komplett vor. Das Kanalnetz ist in den letzten 10 bis 15 Jahren TV-inspiziert und gemäß den ISYBAU-Spezifikationen schadensklassifiziert worden.

Einstau- und Entlastungssituation der Regenbecken

Für die NWB-Anlagen SK I Suttrop, GE-Kreggenbrink und RÜB/SK KA Warstein liegen teilweise Aufzeichnungen über Einstaudauern und Entlastungshäufigkeiten für die Jahre 1999 bis 2006 vor. Für das kürzlich in Betrieb genommene RÜB III Suttrop, Planweg liegen Aufzeichnungen erst ab 2005 vor, die allerdings aufgrund der hohen Ausfallzeiten nur bedingt verwendet werden können. Deshalb wurde für das letztgenannte Regenbecken keine statistische Auswertung über das Einstau- und Entlastungsverhalten im Vergleich mit den anderen beiden herangezogen. Bild 210 zeigt das Kollektiv des vorliegenden Datenmaterials für die zwei betrachteten NWB-Anlagen.

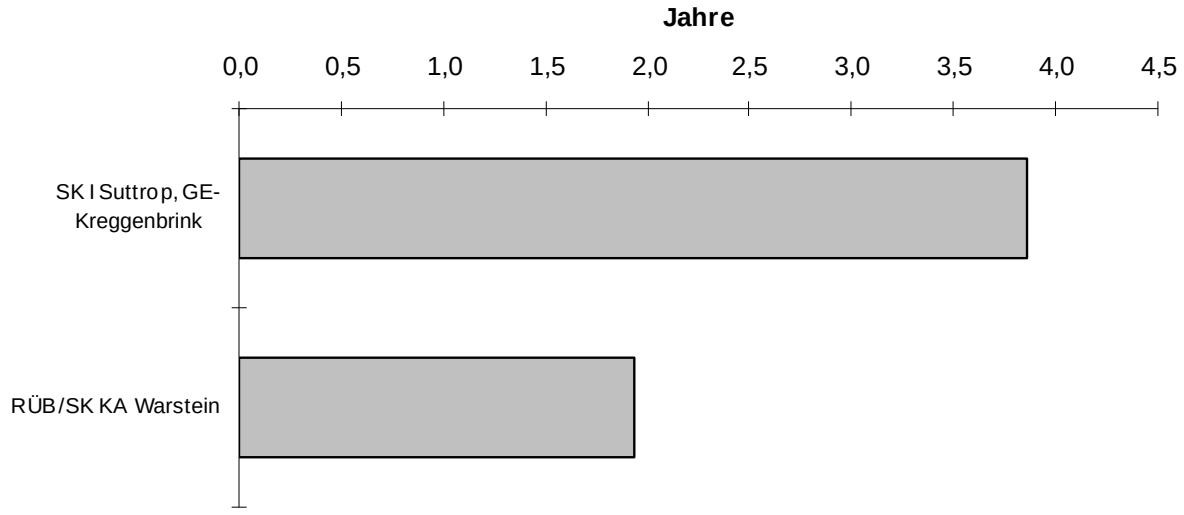


Bild 210: Datenkollektiv der Wasserstandsmessungen an NWB-Anlagen

Die Auswertung der Einstaudauern in Bild 211 zeigt, dass das RÜB auf der Kläranlage mit 74 d/a häufiger eingestaut ist als der SK I Suttrop, GE-Kreggenbrink mit nur 4 d/a. Der Vergleich beider NWB-Anlagen ist allerdings müßig, da der SK I Suttrop ein relativ kleines Direkteinzugsgebiet besitzt, während das RÜB KA Warstein als das zentrale Becken für das Gesamteinzugsgebiet fungiert.

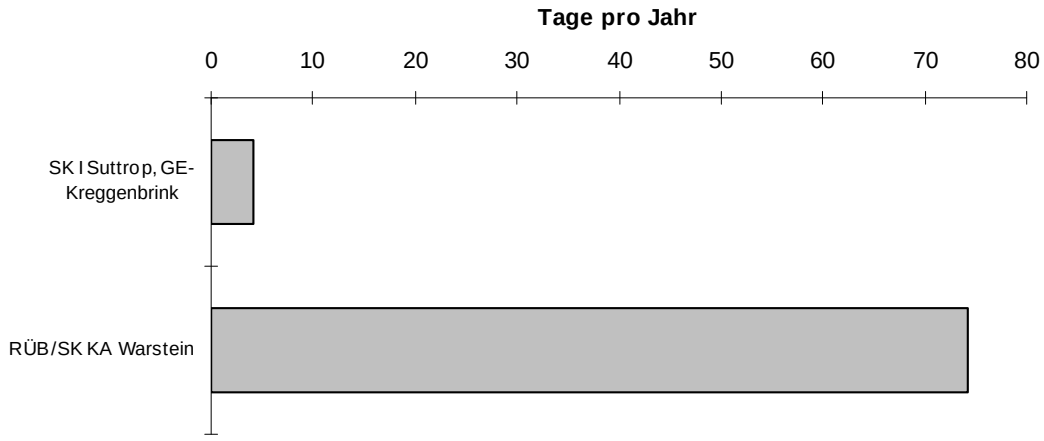


Bild 211: Einstaudauern der NWB-Anlagen im Jahresmittel

Auch bei den Entlastungsdauern zeigt der Vergleich die gleiche Tendenz wie schon zuvor bei den Einstaudauern (s. Bild 212). Während das RÜB auf der Kläranlage mit 6 d/a entlastet, kann für den SK I Suttrop keine mittlere Entlastungsdauer abgelesen werden. Des Weiteren kann anhand der Wasserstandsmessung der beiden einzigen Bauwerke keine direkte Einschätzung bezüglich eines erhöhten Fremdwasseranfalls erfolgen.

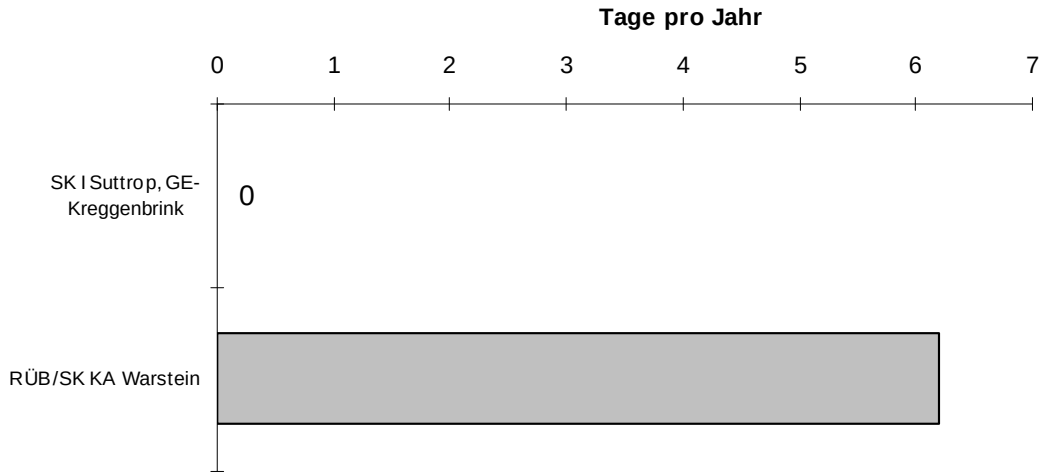


Bild 212: Entlastungsdauern der NWB-Anlagen im Jahresmittel

6.1.1.3.4 Immissionssituation der Gewässer

Das größte Gewässer im Einzugsgebiet der KA Warstein ist der Westerbach (Wäster), der oberhalb von Warstein an der Gemeindegrenze zur Stadt Meschede entspringt. Die Dorpke und die Range (bzw. Wäschebach) fließen teilweise verrohrt in die Wäster. Die Wäster fließt unterhalb von Warstein-Belecke der Möhne zu, die wiederum den Möhnesee speist. Die

KA Warstein leitet ihr gereinigtes Abwasser kurz vor dem Zusammenfluss mit der Dorpke in den Westerbach ein. Auch die meisten Mischwassereinleitungen leiten weiter oberhalb in den Westerbach ein.

Im Einzugsgebiet der KA Warstein ist der Westerbach dem Fließgewässertyp „großer Talauebach im Grundgebirge“ und sowohl die Dorpke als auch die Range (Wäschebach) dem Fließgewässertyp „kleiner Talauebach im Grundgebirge“ zugeordnet.

Im Ruhrgütebericht 2006 [39] ist der Westerbach durchgängig als mäßig belastet (Gewässergüteklasse II) eingestuft worden, die Dorpke und die Range wurden nicht bewertet.

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper mit Einzugsgebieten > 10 km² zurückgegriffen [42]. Darin wurden die bestehenden Belastungen von der Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltung Hagen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Mit Hilfe der Bestandsaufnahme soll beurteilt werden, ob es eindeutige Hinweise auf den Einfluss von Niederschlags- bzw. Abwassereinleitungen auf das Gewässer gibt. Für den Westerbach liegen im Rahmen der Bestandsaufnahme der EU-WRRL [14] Gefährdungsabschätzungen für den guten ökologischen Zustand vor.

Der Westerbach wurde von der Quelle bis oberhalb von Warstein hinsichtlich der Gewässer- und der Gewässerstrukturgüte als unkritisch eingestuft, was eine Zielerreichung des guten Zustandes wahrscheinlich macht. Im weiteren Verlauf zwischen dem kanalisierten Einzugsgebiet der KA Warstein (unter- bis oberhalb Warstein, DE_NRW_27624_5700) ist die Zielerreichung des guten Zustandes als unwahrscheinlich einzustufen. Zwar weist die Gewässergüte überwiegend die Güteklasse II auf, allerdings bestehen bezüglich der Gewässerstrukturgüte erhebliche Defizite.

Veranlasst durch die von der BR Arnsberg erteilten befristeten Sanierungsverfügungen für Einleitungsstellen im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke hatte der Ruhrverband eine Untersuchung der Einleitungsstellen im geschlossenen Siedlungsgebiet (inkl. des EZG der KA Warstein) gemäß dem BWK-M3 nach dem vereinfachten Verfahren durchgeführt.

Beispielhaft wurde für vier Probestellen sowie eine oberhalb von Warstein gelegene Referenz-Probestelle im scheinbar besonders stark durch NW-Einleitungen belasteten Westerbach eine orientierende ökologische Untersuchung durchgeführt. Hier wurden im Bereich Gewässerstrukturgüte die Kenngrößen Sohlstruktur und Querprofil sowie – basierend auf

diesen Größen und unter Berücksichtigung von Zuflüssen und deren Naturnähe sowie von Wanderhindernissen – das Wiederbesiedlungspotenzial (WBP) im Sinne vom BWK-M3 ermittelt. Das WBP wird als zusätzliche Qualitätskomponente für den jeweiligen Gewässerabschnitt betrachtet. Die Untersuchung der Biozönose hatte ein überraschend breites Artenspektrum und keine auffallenden Unterschiede beim jeweiligen Vergleich zwischen ober- und unterhalb der Einleitung sowie beim Vergleich mit der Referenz ergeben.

Im Jahr 2005 sind von der Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltung Lippstadt an fünf Stellen im System des Westerbaches „AQEM"-Untersuchungen (heute PERLODES) durchgeführt worden. Zusätzlich wurden vom Ruhrverband die Ergebnisse von Trübungsmessungen an 10 Tagen im Juli 2006 an verschiedenen Probestellen im Umfeld der Einleitungsstelle der KA Warstein analysiert.

Es wurde für den Westerbach der „gute ökologische Zustand" festgestellt. Nach BWK-M3 ist dies das Abbruchkriterium für weitere Betrachtungen, unabhängig vom Ergebnis aller Berechnungen bzgl. hydraulischer und stofflicher Belastung. Die detailreichen Auswertungen sind in [38] dokumentiert.

Eine negative Beeinträchtigung aufgrund der neun Mischwassereinleitungen im Gesamtverlauf des Westerbaches ist nicht festzustellen.

6.1.1.4 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Zu Beginn des Fremdwasseruntersuchungsprogramms waren den Stadtwerken Warstein nur wenige Fremdwasserschwerpunkte bekannt. Die Westerbach-Düker, die an den Hauptsammler angeschlossen sind, standen im Verdacht, hohe Fremdwasserzuflüsse aufzuweisen. Aber auch der Hauptsammler selbst, der Mitte der siebziger Jahre neben den Westerbach gelegt wurde, stand im Fokus der Untersuchung.

6.1.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

Mit den bislang vorliegenden Informationen aus der langjährigen Vorauswertung ist noch keine kleinräumige Quantifizierung und Lokalisierung des Fremdwasseranfalls möglich. Daher wurden im ersten Halbjahr 2007 detaillierte Kanalisationsmesskampagnen durchgeführt. Das Messprogramm und die verwendeten Messgeräte werden nachfolgend beschrieben.

6.1.2.1 Messprogramm

Im Rahmen des Messprogrammes wurden insgesamt 11 stationäre Messsysteme für die Dauer der Messkampagne eingebaut. Zusätzlich konnte während der Messphase auf vier vorhandene stationäre Messeinrichtungen des Ruhrverbandes zurückgegriffen werden. Insgesamt ergaben sich damit für das Einzugsgebiet der KA Warstein:

- 15 Durchflussmesssysteme,
- 1 Klimastation und 1 Regenschreiber,
- 4 Wasserstandsmessungen,

deren Daten für die Auffindung von Fremdwasserschwerpunkten herangezogen werden konnten.

6.1.2.1.1 Stationäre Durchflussmengenmessungen und Handmessungen

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde gemeinsam mit den Stadtwerken Warstein festgelegt und zwischen Anfang Dezember 2006 und Anfang Juli 2007 durchgeführt. Die Anordnung der Messstellen orientiert sich an der Struktur des Einzugsgebietes, das neben dem kompakten Ortskern über zwei weitere Täler verfügt, die über längere Sammler entlang der Gewässer (Dorpke und Range) entwässern. Weiterhin werden die Warsteiner Brauerei sowie einzelne Randgebiete separat über einen Sammler (Brauereikanal) direkt zur Kläranlage geleitet. Im Bereich des Ortskerns wurden weitere Messstellen an markanten Stellen des Kanalnetzes eingerichtet. Mengenmessstellen an den Drosselbauwerken lagen am RÜB III Suttrop, Planweg sowie am RÜB KA Warstein vor und wurden in das Messprogramm einbezogen. Für den SK I Suttrop, GE-Kreggenbrink wurde ein Datenlogger für die Erfassung der Pumpenlaufzeiten eingebaut.

In Bild 213 ist die Anordnung der Durchflussmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten und Einwohnerzahlen hätten zwar aus dem Nachtrag zur Schmutzfrachtberechnung von 2005 entnommen werden können, wurden allerdings im Rahmen der Messkampagne bezogen auf die Anordnung der Messstellen neu erhoben. Eine Übersicht aller Abflusskenndaten folgt in Tabelle 167.

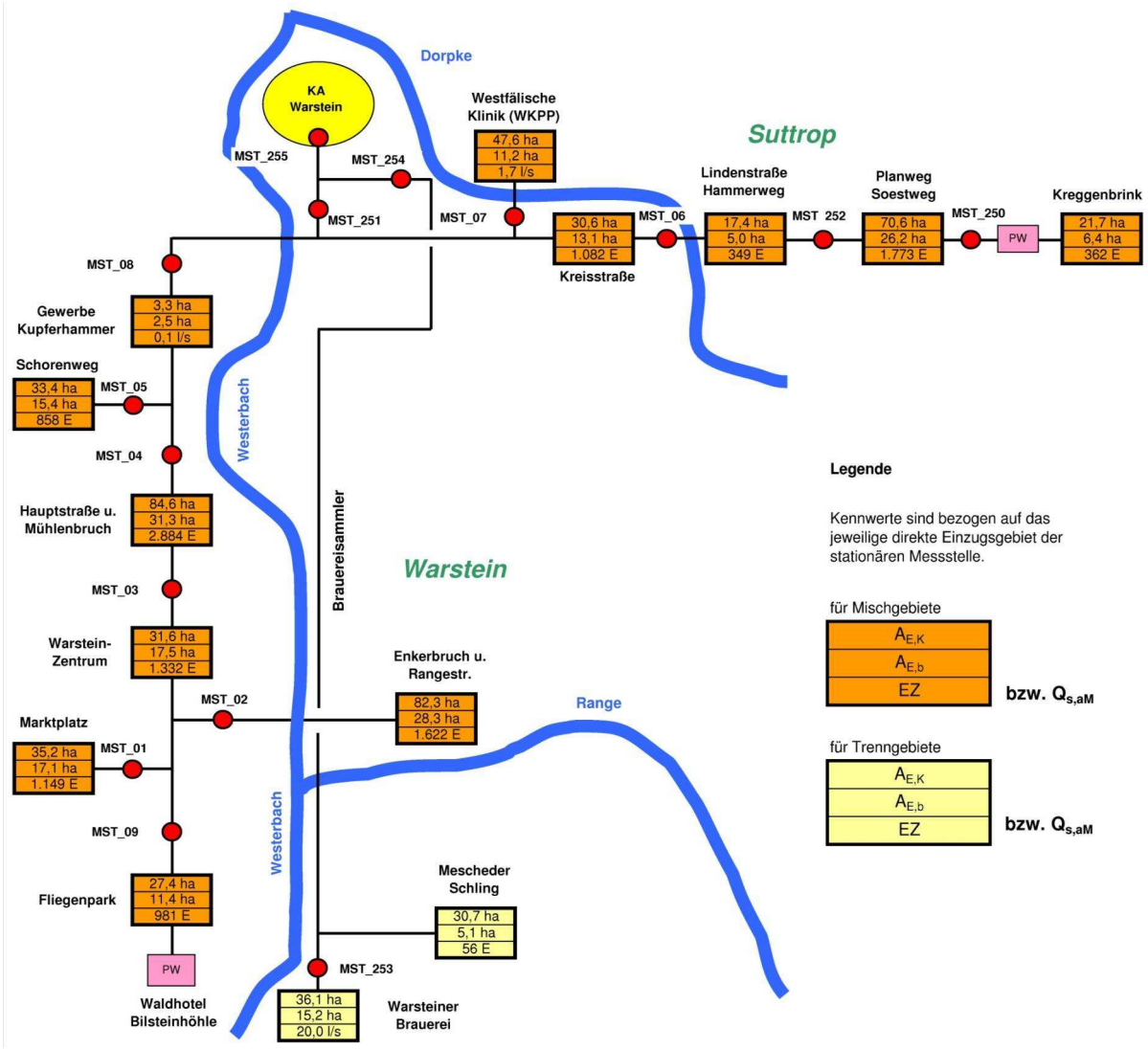


Bild 213: Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen des EZG der KA Warstein

Tabelle 167: Messstellenkenndaten im EZG der KA Warstein

Mst-Nr.	Messstellenbezeichnung	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
		gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_01	Zufluss Marktplatz/Kirche	1,7	1,7	-	-	1,7	1,7
Mst_02	Zufluss Sparkasse/Range-straße	2,9	2,9	0,1	0,1	3,0	3,0
Mst_03	Zufluss Volksbank	7,5	1,7	0,1	-	7,6	1,7
Mst_04	Zufluss Haus Kupferhammer/ Museum	11,2	3,7	0,1	-	11,3	3,7
Mst_05	Zufluss Hotel Hölter/Angler-heim	1,1	1,1	-	-	1,1	1,1
Mst_06	Zufluss Suttrop	3,4	0,4	0,1	-	3,5	0,4
Mst_07	Zufluss WKPP (Westfälische Klinik)	-	-	1,7	1,7	1,7	1,7
Mst_08	Zufluss Warstein	12,3	-	0,2	0,1	12,5	0,1
Mst_09	Zufluss vor Parkplatz Kolpinghaus	1,2	1,2	0,1	0,1	1,2	1,2
Mst_250	PW Suttrop, Kreggenbrink	0,5	0,5	0,1	0,1	0,6	0,6
Mst_251	Durchfluss RÜB KA Warstein	16,9	1,1	2,0	0,1	18,9	1,2
Mst_252	Durchfluss RÜB III Suttrop, Planweg	3,1	2,6	0,1	-	3,2	2,6
Mst_253	Durchfluss Warsteiner Brauerei	-	-	28,0	28,0	28,0	28,0
Mst_254	Zufluss Brauereisammler	0,1	0,1	28,1	0,1	28,2	0,1
Mst_255	Zufluss Nachklärung KA Warstein	17,0	-	30,0	-	47,0	-

Die einzelnen Messstellen werden nachfolgend beschrieben. Die Lage der Messstellen ist unter den o. g. Messstellennummern im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

Die meisten Messstellen erfassten überwiegend Abflüsse aus Mischsystemen. Lediglich die Mst_253 (Durchfluss Warsteiner Brauerei) sowie die Mst_254 am Ende des Brauereikanals (vor dem Kläranlagenzufluss) erfassten nur Abflüsse aus trennentwässerten Einzugsgebieten. Die Mst_09 wurde am Ortsanfang des Stadtgebietes - kurz hinter dem Regenüberlauf (RÜ) I Fliegenpark – eingebaut und erfasste neben dem vorgelagerten Einzugsgebiet auch die gepumpten Abflüsse aus dem Waldhotel Bilsteinhöhle. Vor dem RÜ III Marktplatz wurde die Mst_01 eingerichtet, um den linksseitigen Zufluss aus dem Stadtkern zu erfassen. Die Mst_02 erfasste den rechtsseitigen Stadtkern zuzüglich des Rangetals (Rangestraße) inkl. des trennentwässerten Gewerbegebietes Enkerbruch. Die Mst_03 wurde im Hauptsammler

an der B55 eingebaut und erfasste neben den Zuflüssen aus dem Stadtzentrum die Summenzuflüsse der vorgelagerten Messstellen (Mst_09, Mst_01 und Mst_02). Auch die Mst_04 lag im weiteren Verlauf des Hauptsammlers an der B55 und erfasste neben den Summenzuflüssen der Mst_03 zusätzlich noch den Rest der Innenstadt sowie das gesamte Einzugsgebiet, welches dem RÜ VI Mühlenbruch vorgelagert ist. Der Ast des Einzugsgebietes um den Schorenweg wurde vor der Einmündung in den Hauptsammler separat an der Mst_05 erfasst, bevor der restliche Teil des Gesamtgebietes Warstein inkl. des Gewerbegebietes Kupferhammer an der Mst_08 als Summe aller Zuflüsse aus dem Stadtkern von Warstein berücksichtigt wird.

Im Dorpketal im Ortsteil Suttrop konnte im Abfluss der Drossel der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen an zwei Stellen auf Mengenmessungen zurückgegriffen werden. Während die Drosselwassermenge des SK I Suttrop, GE-Kreggenbrink gepumpt wird (Mst_250), erfolgt die Drosselmessung des RÜB III Suttrop, Planweg mittels MID (Mst_252). Im weiteren Verlauf des Hauptsammlers von Suttrop diente die Mst_06 inkl. des direkten Einzugsgebietes als Summenkontrolle der Mst_252. Die Mst_07 erfasste separat den Zufluss der Westfälischen Klinik (WKPP), bevor die einzelnen Teilströme des Gesamteinzugsgebietes zusammenfassend an der Mst_251 (MID-Messung des RÜB KA Warstein) zuzüglich des direkten Teileinzugsgebietes Suttrop, Kreisstraße betrachtet werden konnten.

Die Zulaufmessung auf der Kläranlage (Mst_255) bildet die Summe der Mst_251 und des separaten Zuflusses des Brauereikanals (Mst_254).

In Tabelle 168 folgt eine Auflistung aller Abflussmessungen mit Ein- und Ausbaudatum, Laufzeit und Art des Messgerätes. Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall oder durch beschädigte Messsonden, führen zu Datenlücken, sodass Mess- und Laufzeit teilweise voneinander abweichen.

Tabelle 168: Übersicht der Abflussmessungen im EZG Warstein

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_01	Zufluss Marktplatz/Kirche	UGSH	05.12.06	03.07.07	210	210
Mst_02	Zufluss Sparkasse/ Rangestraße	UGSH	05.12.06	03.07.07	210	205
Mst_03	Zufluss Volksbank	UGSH	05.12.06	03.07.07	210	205
Mst_04	Zufluss Haus Kupfer-hammer/Museum	UGSH	05.12.06	03.07.07	210	205
Mst_05	Zufluss Hotel Hölter/ Anglerheim	UGSH	05.12.06	03.07.07	210	206
Mst_06	Zufluss Suttrop	UGSH	04.12.06	03.07.07	211	201
Mst_07	Zufluss WKPP (Westfäli-sche Klinik)	UGSH	04.12.06	03.07.07	211	211
Mst_08	Zufluss Warstein	UGSH	05.12.06	03.07.07	210	210
Mst_09	Zufluss vor Parkplatz Kolpinghaus	UGSH	18.12.06	03.07.07	197	195
Mst_250	PW Suttrop, Kreggenbrink	Pumpe	03.01.07	02.07.07	180	160
Mst_251	Durchfluss RÜB KA Warstein (vorh.)	MID	01.12.06	30.06.07	211	211
Mst_252	Durchfluss RÜB III Suttrop, Planweg (vorh.)	MID	09.02.07	02.07.07	143	143
Mst_253	Durchfluss Warsteiner Brauerei	MID	03.01.07	18.07.07	196	196
Mst_254	Zufluss Brauereisammler (vorh.)	MID	01.12.06	04.07.07	215	215
Mst_255	Zufluss Nachklärung KA Warstein (vorh.)	MID	01.12.06	30.06.07	211	211

Die gewonnenen Abflussmessdaten jeder Messstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Zunächst erfolgte eine visuelle Prüfung verschiedener Messreihen, wie z. B. Wasserstands- und Abflussmessung. Als Nächstes wurden die Messdaten durch Vergleichsmessungen kalibriert und schließlich eine Summenkontrolle der Abwassermenge nach Vereinigungen durchgeführt. Abschließend wurden alle Messstellen aufgrund ihrer Aufzeichnungsqualität bewertet. Die Datenqualität wurde bis auf die Mst_252 als „gut“ eingestuft. Bei der Mst_252 handelt es sich um einen ungedükerten MID des RÜB III Suttrop, Planweg, dessen Messdaten bis zum 07.05.07 als unplausibel eingestuft wurden. Erst nach dem Einbau eines Staubleches konnten die gemessenen Daten als plausibel angesehen und für weitere Auswertungen verwendet werden.

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in Warstein zwischen dem 17.01.2007 und dem 14.06.2007 an 11 Tagen Handmessungen zur Erfassung des momentanen Durchflusses im Kanal durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere die Gebiete näher untersucht, die im Rahmen des Messprogramms als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert wurden. Anzumerken ist, dass der gemessene Wert nur eine Momentaufnahme des Abflusses ist. Aussagen über evtl. Niederschlagsnachläufe oder den Schmutzwassertagesgang können nicht gemacht werden. Um möglichst verlässliche Daten zu bekommen, wurden die Handmessungen 2- bis 3-mal wiederholt.

6.1.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regenwettertagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen erforderlich. Da die Niederschlagsmenge und –intensität insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurde auf dem Kläranlagengelände eine Klimastation (Mst_50) aufgestellt und der vorhandene Regenschreiber von der Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltung Lippstadt (Mst_51) im Bereich der Wasserwerke genutzt. In Tabelle 169 sind die Messstellen mit den Ein- und Ausbaudaten zusammengefasst.

Tabelle 169: Überblick über die Niederschlagsmessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_50	Klimastation KA Warstein	04.12.2006	02.07.2007
Mst_51	Regenschreiber Wasserwerk	vorhanden	-

Neben den während der Messkampagne ausgelesenen Niederschlagsschreibern wurde vom DWD das langjährige Mittel der Jahre 1961 bis 1990 der Station Warstein zur Einordnung der Niederschlagssummen ausgewertet. In Tabelle 170 sind die monatlichen Niederschlagshöhen und das langjährige Monatsmittel zusammengetragen.

Tabelle 170: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel

Monat	2007			Mittelwerte der Jahre 1961 bis 1990 (DWD Station Warstein)
	Kläranlage (Mst_50)	Wasserwerk (Mst_51)	Mittelwert	
	N [mm]	N [mm]	N [mm]	N [mm]
Januar	91	144	118	90
Februar	88	109	99	69
März	103	127	115	82
April	4	5	5	76
Mai	132	155	144	89
Juni	92	123	108	97
Summe	**510**	**663**	**589**	**503**

Anzumerken ist, dass die Klimastation auf der Kläranlage (Mst_50) einige Ausfallzeiten bzgl. der Aufzeichnung der Niederschlagsmenge aufweist und sich im Vergleich zu der Regenstation der Wasserwerke (Mst_51) zum Teil größere Differenzen ergeben.

Während der April außergewöhnlich trocken war und im Vergleich zum langjährigen Mittel ca. 90 % weniger Niederschlag lieferte, waren alle anderen Monate außergewöhnlich niederschlagsreich. Der Mai lieferte mit ca. 75 % im Vergleich zum langjährigen Mittel den höchsten Niederschlag.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das 1. Halbjahr 2007 eher ein nasses Halbjahr mit einer Niederschlagssumme von rd. 660 mm (Mst_51) gegenüber 503 mm im langjährigen Mittel war.

In Tabelle 171 sind die durchschnittlichen Monatstemperaturen während des Messzeitraumes an der Klimastation auf dem Gelände der KA Warstein aufgeführt.

Tabelle 171: Monatliche Durchschnittstemperaturen an der Klimastation auf der KA Warstein (Mst_50)

Monat	Kläranlage (Mst_50) T [℃]
Januar 2007	5,8
Februar 2007	4,7
März 2007	6,2
April 2007	11,2
Mai 2007	13,7
Juni 2007	16,8

6.1.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Der Fremdwasseranfall wird indirekt über den Bodenwasserhaushalt und den Stand des Grundwasserspiegels beeinflusst. Höhere Grundwasserstände führen im Allgemeinen auch zu gestiegenen Fremdwasserabflüssen. Um diese Abhängigkeit erfassen zu können, wurden im benachbarten Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke zwei Grundwassermessstellen eingerichtet. Als Bezugspunkt für die gemessene Pegelganglinie wurde die Geländeoberkante gewählt. Nähere Informationen zu den Grundwasserpegeln können aus dem entsprechenden Kapitel des Einzugsgebiets der KA Warstein-Belecke entnommen werden.

6.1.2.1.4 Wasserstandsmessungen an Regenbecken

Über Wasserstandsmessungen an Sonderbauwerken in der Kanalisation lassen sich Rückschlüsse auf den Fremdwasserabfluss und die Auslastung der Niederschlagswasserbehandlung ziehen. Hierbei konnte auf die Wasserstandsmessungen an den Becken SK I Suttrop, GE-Kreggenbrink (Mst_750), RÜB KA Warstein (Mst_751) und RÜB III Suttrop, Planweg (Mst_752) zurückgegriffen werden. Im Einzugsgebiet der KA Warstein sind damit alle Niederschlagswasserbehandlungsanlagen mit Wasserstandsmessungen ausgestattet. Zusätzlich wurde der RÜ II Müscheder Weg (Mst_70) mit einem Messgerät ausgestattet.

In der Tabelle 172 sind die Wasserstandsmessstellen der drei vorhandenen Niederschlagswasserbehandlungsanlagen sowie des RÜ II Müscheder Weg aufgeführt. Das auswertbare Datenmaterial erstreckt sich über 6 Monate. Die Zuverlässigkeit der Messungen kann bis auf den SK I Suttrop, GE-Kreggenbrink, dessen Daten überarbeitet werden mussten, überwiegend als „gut“ eingestuft werden. Die Anzahl der auswertbaren Messtage liegt zwischen 179 und 212 Tagen.

Tabelle 172: Übersicht der Wasserstandsmessungen in NWB-Anlagen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_750	SK I Suttrop, GE-Kreggenbrink	vorhanden	-	180	180
Mst_751	RÜB KA Warstein	vorhanden	-	211	211
Mst_752	RÜB III Suttrop, Planweg	vorhanden	-	213	212
Mst_753	RÜ II Müscheder Weg	05.01.07	03.07.07	179	179

Wie auch schon die Vorauswertung ergab, ist das RÜB KA Warstein mit 40 Einstautagen und 10 Entlastungen (rd. 11 Entlastungsstunden in der Summe) das auffälligste Becken. Das RÜB III Suttrop, Planweg, das bei der Vorauswertung nicht betrachtet werden konnte, folgt mit rd. 41 Einstautagen, aber nur einer Entlastung im betrachteten Untersuchungszeitraum (Januar bis Juni 2007). Sehr unauffällig zeigt sich dagegen der SK I Suttrop, GE-Kreggenbrink mit nur 2 Einstautagen und keiner einzigen Entlastung.

Abschließend ist festzuhalten, dass sich aufgrund der Wasserstandsmessung keine Aussagen auf eventuelle Fremdwasserschwerpunkte ableiten lassen.

6.1.2.1.5 Kamerabefahrungen und sonstige Untersuchungen

Kamerabefahrungen

Um die Ergebnisse der Abflussmessungen zu verifizieren und die sich zum Teil daraus ergebenden Abflusszunahmen deuten zu können, wurde am 14.03.2007 eine Kamerabefahrung im Bereich Tal-/Ottilienstraße bzw. Ewaldstraße (Mst_05) und eine weitere im Bereich der Düker unter dem Westerbach, die in den Hauptsammler einmünden (Mst_04), durchgeführt. In der Tal-/Ottilienstraße wurden ca. 125 m von Schacht 200358 bis Schacht 200369 und in der Ewaldstraße ca. 51 m von Schacht 200351 bis Schacht 200352 befahren. Die beiden Westerdüker von Schacht 210397 bis Schacht 210387 (ca. 15 m) sowie von Schacht 210413 bis Schacht 210406 konnten aufgrund von Hindernissen im Kanal nicht durchgehend befahren werden. Am 07.09.2007 folgte eine weitere Kamerabefahrung im Bereich des Hauptsammlers zwischen der Mst_03 und der Mst_04 im Innenstadtbereich der Hauptstraße/B55. Befahren wurden insgesamt 718 m Kanalnetz von Schacht 210366 bis Schacht 200229. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung werden zusammen mit den Handmessungen nachfolgend dargestellt.

Tracer-Messungen

Zusätzlich zu den beschriebenen Handmessungen wurde im Bereich des Hauptsammlers zwischen den Messstellen Mst_03 und Mst_04 sowie im letzten Teil des Brauereikanals kurz vor der Kläranlage jeweils eine Tracer-Messung als Nachtmessung durchgeführt. Die Tracer-Messung wurde erforderlich, weil im Bereich des Hauptsammlers Handmessungen aufgrund der schwierigen Lage (stark befahrene Bundesstraße, schwieriger Einstieg über Schächte) und im Bereich des Brauereisammlers aufgrund der ungünstigen Fließverhältnisse nicht durchgängig durchgeführt werden konnten.

Für die Tracer-Messung wurde eine Lithiumchloridlösung verwendet, die über eine Pumpe (Probenehmer mit einer Zugabe von ca. 1,7 l/min) an einem Einspeisepunkt in den zu untersuchenden Kanalabschnitt zudosiert wurde. Anhand der bekannten Abflussmenge am Zugabeschacht ergibt sich mittels einer Handmessung und der gemessenen Konzentration (Probe) am nächsten Messschacht eine Fracht, die wiederum durch die jeweilige Konzentration an den darauffolgenden Schachtzugängen auf den momentanen Abfluss zurückgerechnet werden kann. Hierbei ergibt eine gleichbleibende Salzkonzentration keinen Abflusszuwachs und somit kein Anzeichen auf einen Fremdwasserzufluss, eine reduzierte Konzentration gibt Anzeichen auf einen Fremdwasserzufluss. Die beiden Tracer-Messungen wurden jeweils in der Nacht vom 13. auf den 14.06.2007 zwischen 22:00 Uhr bis 03:00 Uhr durchgeführt. Insgesamt wurden hierzu 7 Handmessungen und 33 Proben an den jeweiligen Schächten herangezogen.

Mobi-DiR-Messung

Weiterhin wurde der Brauereikanal im Bereich der vorangegangenen Tracer-Messung (letzter Abschnitt vor dem Kläranlagenzufluss) mittels zweier mobiler Durchflussmessstellen (Mobi-DiR, Fa. Zangenberg) im Zeitraum vom 04.07.2007 bis 18.07.2007 (14 Tage) untersucht. Diese Messung sollte letzten Aufschluss über die unterschiedlichen Ergebnisse aus den Handmessungen und der Tracer-Messung geben.

Auch die Ergebnisse der Tracer- und Mobi-DiR-Messungen werden zusammen mit den Handmessungen nachfolgend dargestellt.

6.1.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

6.1.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne in Warstein erstreckte sich vom 04.12.2006 bis 03.07.2007. Einbaubedingt sind die Messzeiträume der einzelnen Messstellen etwas unterschiedlich. Um eine Vergleichbarkeit der Messstellen zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die aufgezeichneten Messgrößen Wasserstand h und Fließgeschwindigkeit v wurden, wie in Kapitel 2 beschrieben, in eine Wassermenge Q umgerechnet, verifiziert und auf Plausibilität geprüft. Die ursprünglichen 2-min. Daten wurden mit Hilfe der Datenbank Access um Unplausibilitäten bereinigt (z. B. Löschen von Nullwerten und Elimination von Daten, die auf außergewöhnliche Ereignisse, wie z. B. Schieberschließungen aufgrund von Handmessungen und Kamerabefahrungen, zurückzuführen waren). Anschließend wurden die Daten auf Stundenmittelwerte verdichtet. Schließlich wurden noch die Messtage eliminiert, die während Entlastungsereignissen von oberhalb der Messstelle liegenden Niederschlagswasserbehandlungsanlagen aufgezeichnet wurden. Abschließend wurden die bereinigten Daten in ein Excel-Arbeitsblatt importiert, um mit Hilfe verschiedener Auswertemethoden (s. Kapitel 2.2) das Fremdwasser in den Teilgebieten bestimmen zu können.

Der Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet der KA Warstein wurde, wie auch der separate Zufluss des Brauereikanals, mit der Nachtminimum-Methode ermittelt. Für jede Messstelle befindet sich im Anhang B ein Auswerteblatt mit den unterschiedlichen Auswertemethoden und jeweiligen Ergebnissen.

In der nachfolgenden Tabelle 173 werden der direkte Fremdwasseranfall an jeder Messstelle und der prozentuale Fremdwasseranfall bezogen auf den Fremdwasserabfluss der Kläranlage angegeben. Weiterhin wird ergänzend bei reinen Trennsystemen an der jeweiligen Messstelle die fehlangeschlossene Fläche bzw. der Fehlanschlussgrad als Quotient aus der fehlangeschlossenen Fläche zur befestigten Fläche im Direkteinzugsgebiet in Prozent ausgewiesen. Im Einzugsgebiet der KA Warstein ist als reines trennentwässertes Einzugsgebiet an der Messstelle Mst_254 nur die am Brauereikanal angeschlossene Fläche Mescheder Schling bzw. Homertrift zu nennen. Die an der Messstelle Mst_253 angeschlossene Warsteiner Brauerei (Trennsystem) gibt keinen Aufschluss über einen Fremdwasseranfall bzw.

über einen Fehlanschlussgrad, da innerhalb der Warsteiner Brauerei keine Messungen vorliegen.

Tabelle 173: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässerungs-verfahren	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Gesamt-fremd-wasser [%]	A_f [m^2]	FAG = $A_f/A_{E,b}$ [%]
Mst_09	Zufluss Fliegenpark und Waldhotel	MS	5,2	7,0	-	-
Mst_01	Zufluss Marktplatz	MS	4,3	5,8	-	-
Mst_02	Zufluss Enkerbruch und Rangestraße	MS	9,7	13,1	-	-
Mst_03 - Mst_09 - Mst_01 - Mst_02	Zufluss Warstein-Zentrum	MS	14,0	18,9	-	-
Mst_04 - Mst_03	Hauptstraße und Mühlenbruch	MS	14,2	19,2	-	-
Mst_05	Zufluss Schorenweg	MS	9,1	12,3	-	-
Mst_08 - Mst_04 - Mst_05	Gewerbe Kupfer-hammer	MS	0,1	0,1	-	-
Mst_250	nicht auswertbar	MS	-	-	-	-
Mst_252	nicht auswertbar	MS	-	-	-	-
Mst_06	Gesamtgebiet inkl. Mst_250 und Mst_252	MS	4,8	6,5	-	-
Mst_07	Zufluss Westfälische Klinik (WKPP)	MS	5,9	8,0	-	-
Mst_251	Zufluss Suttrop, Kreisstraße	MS	0,0	0,0	-	-
Mst_253	Zufluss Warsteiner Brauerei	TS	0,0	0,0	0	0
Mst_254	Zufluss Brauereikanal	TS	6,7	9,1	8.496	15
Summe (KA Warstein)			**74,0**	**100**	**8.496**	**15**

Die absolut ermittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur mittelbar etwas über die Fremdwasserverteilung in den einzelnen Gebieten aus. Eine Bewertung der Fremdwassermengen erfolgt aussagekräftiger durch den Bezug der Wassermenge auf den Schmutzwasserabfluss, die Kanalnetzlänge oder die Flächengröße. In diesem Fall wurde als spezifische Bezugs-

größe die befestigte Fläche ($A_{E,b}$) gewählt. Für die KA Warstein wurden die Ist-Flächen aufgrund einer aktualisierten Grundlagenermittlung berücksichtigt.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 214 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasser auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet und die Flächenspende der Teilgebiete. Außerdem geben die roten Zahlen einen Überblick über die gemessene Gesamtfremdwassermenge an jeder stationären Messstelle. Lediglich beim Brauereikanal an der Mst_253 und Mst_254 wird der Gesamtzufluss einschließlich des Schmutzwasserabflusses der Warsteiner Brauerei ausgewiesen, weil das Brauereischmutzwasser innerhalb des gesamten Tages und auch in den Nachtstunden durch Wochenausgleichsbehälter auf dem Brauereigelände vergleichmäßigt zur KA Warstein abfließt. Durch Differenzbildung beider Messstellen kann entsprechend auf den Fremdwasserabfluss im Brauereikanal zurückgeschlossen werden.

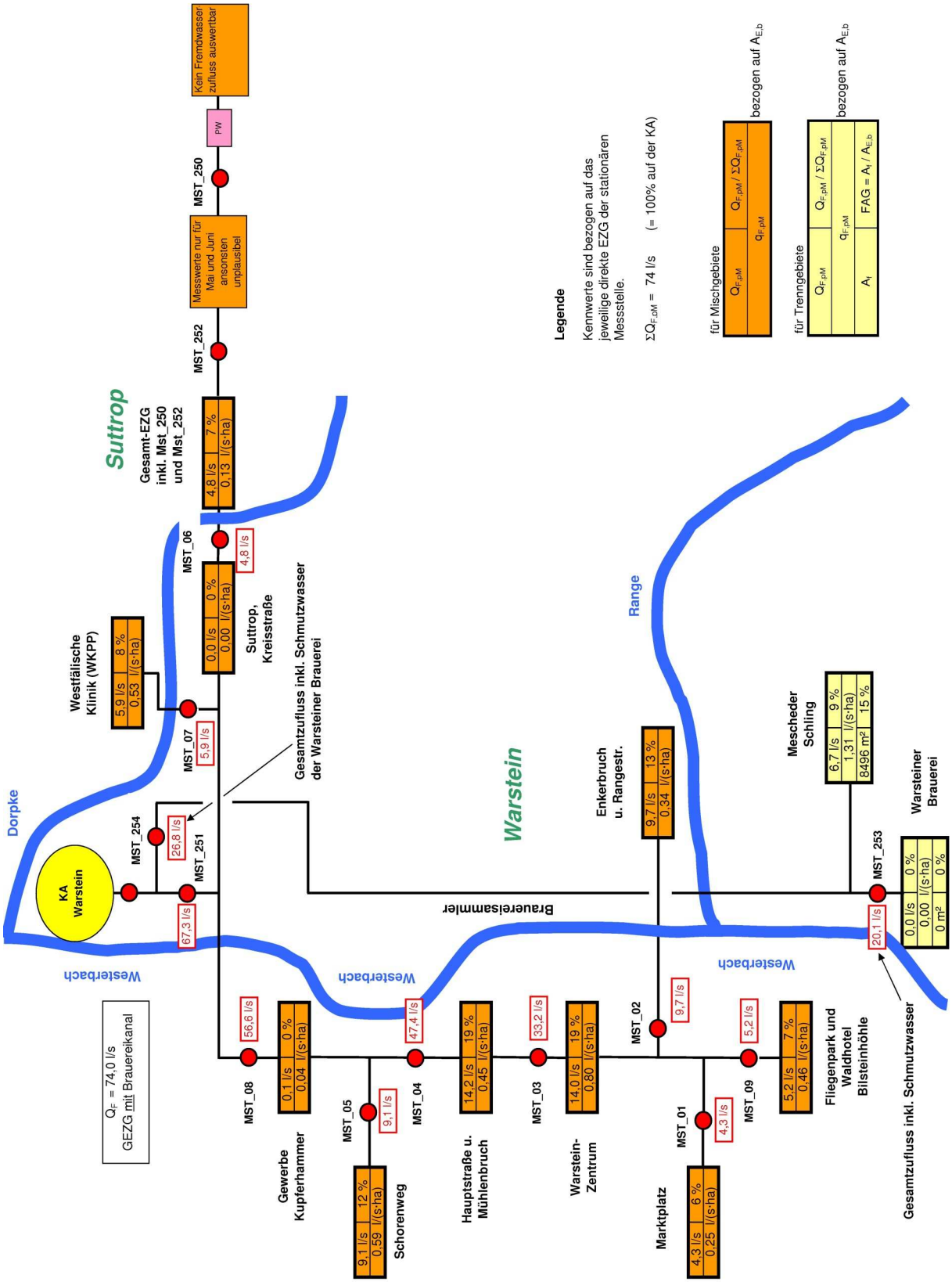


Bild 214: Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Warstein

Die Differenzbildung an der Mst_6 erwies sich nicht ganz plausibel. Die Messergebnisse der davorliegenden Messstellen Mst_250 (Laufzeitmessung des Pumpwerkes) und Mst_252 (MID-Messung) wurden aus diesem Grund verworfen, sodass für die Mst_06 das Gesamteinzugsgebiet (zuzüglich der Einzugsgebiete der davorliegenden Messstellen) betrachtet wurde. Während für die Mst_250 nur im März ein Fremdwasserabfluss von 0,6 l/s abgeleitet werden konnte, lagen die Werte der Mst_252 nur für Mai und Juni im plausiblen Bereich von 2,2 bzw. 1,4 l/s. Für die anderen Monate waren an dieser Messstelle zu hohe Abflüsse im Bezug zur Mst_06 gemessen worden.

Das meiste Fremdwasser fällt im Innenstadtbereich von Warstein mit rd. 19 % an Mst_04 und 19 % an Mst_03 an. Weiterhin sind die Bereiche um den Schorenweg bzw. Schwimmbad mit rd. 12 % (Mst_05) sowie der Rangestrang mit rd. 13 % (Mst_02) auffällig. Etwas geringer, aber dennoch auffällig sind die WKPP (Mst_07) mit rd. 8 % sowie der Brauereikanal (zwischen Mst_253 und Mst_254) mit etwa 9 % Anteil am gesamten auf der Kläranlage anfallenden Fremdwasser.

6.1.2.2.2 Ergänzende Auswertung in trennentwässerten Einzugsgebieten

Die Warsteiner Brauerei sowie die kleinen Gebiete Mescheder Schling und Homertrift entwässern kurz vor dem Ortseingang nach Warstein mittels eines separaten Sammlers (Brauereikanal) direkt zur Kläranlage. Bei allen am Brauereikanal angeschlossenen Gebieten einschließlich der Warsteiner Brauerei handelt es sich um reine Trennsysteme, die lediglich ihren Schmutzwasseranteil zur Kläranlage transportieren sollen. Während die Abflüsse der Brauerei direkt an der Messstelle Mst_253 erfasst wurden, konnte das restliche Einzugsgebiet erst kurz vor der Kläranlage messtechnisch (Mst_254) erfasst werden.

Das Bild 215 zeigt die gemessenen Abflüsse des Brauereikanals an den einzelnen Messstellen (die Farbe grau zeigt die Abflüsse an der Mst_253 direkt auf dem Brauereigelände, während die Farbe grün die Mst_254 kurz vor dem Kläranlagenzufluss symbolisiert). Die Abflussdifferenz beider Messstellen wird durch die Farbe violett gekennzeichnet. Ergänzend wurden die Tagessummen des Niederschlages aufgetragen.

Anhand der violett dargestellten Ganglinie (Differenz zwischen Mst_253 und Mst_254) ist erkennbar, dass sich ein grundwasserbasierter Anteil des Fremdwassers (Basisabfluss) von rd. 7 l/s im Brauereikanal einstellt. Weiterhin ist erkennbar, dass es während erhöhter Niederschläge zu einer vermehrten Grundwasserneubildung kommt, sodass sich der steigende Grundwasserspiegel durch zunehmende Infiltration im Kanal (Januar bis März) durch einen Fremdwassernachlauf bemerkbar macht. Auffällig sind aber auch die stark ausge-

prägten Abflussspitzen als direkte Folge von Niederschlagsereignissen, die auf Fremdwasserzutritte aus oberflächlich abfließendem Niederschlag und/oder auf Fehlanschlüsse entlang des Brauereisammlers schließen lassen.

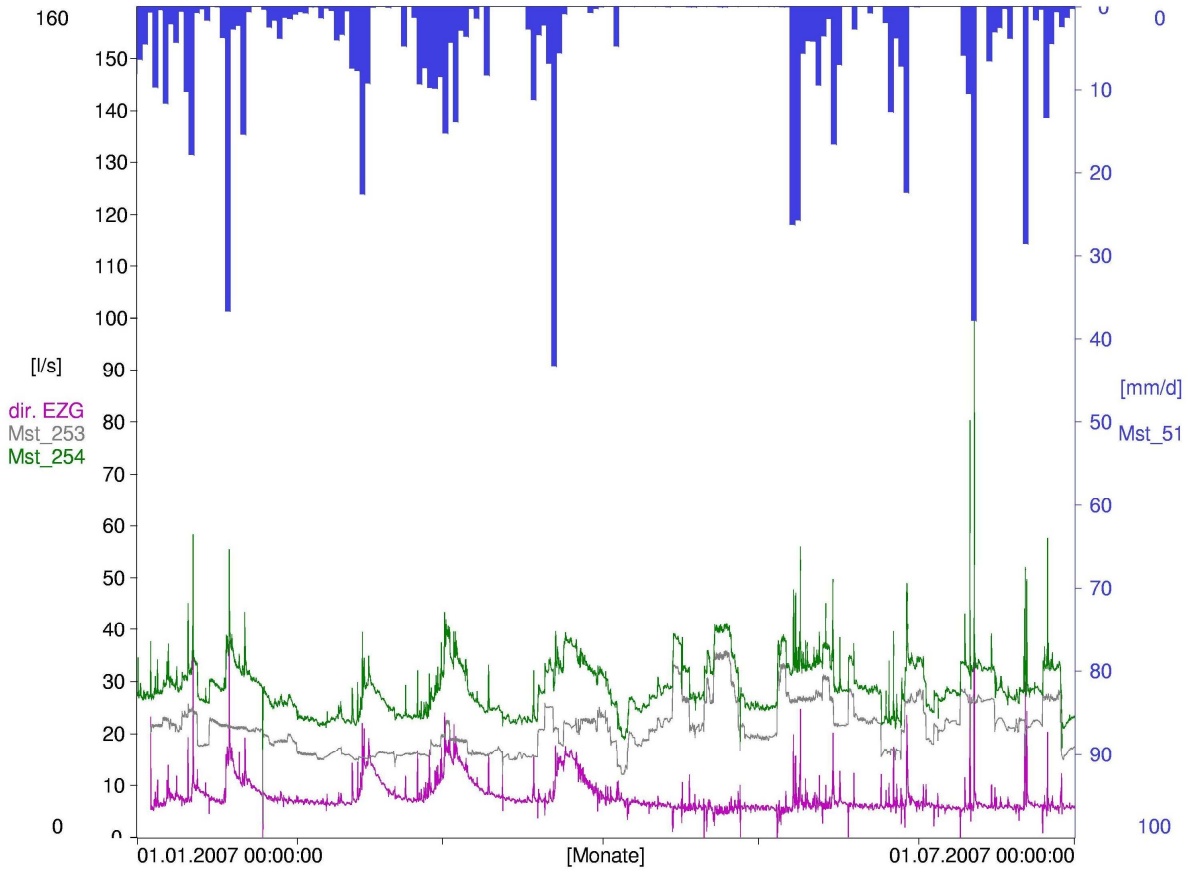


Bild 215: Abflussverhalten des an den Mst_253 und Mst_254 erfassten Brauereikanals und des direkten Einzugsgebietes Mescheder Schling

Eine Summenhäufigkeitsverteilung in Bild 216 soll Aufschluss darüber geben, wie oft in dem direkten trennentwässerten Einzugsgebiet zwischen den beiden stationären Messstellen Spitzenabflüsse aufgetreten sind. Die Datenbasis bilden die auf 30 Minuten verdichteten Durchflussdifferenzmessergebnisse zwischen den Messstellen Mst_253 und Mst_254. Diese Auswertung kann nur Tendenzen wiedergeben, da die Anzahl der Abflussspitzen sehr abhängig von der Witterung ist und nur Messdaten von Januar bis Juni 2007 vorliegen.

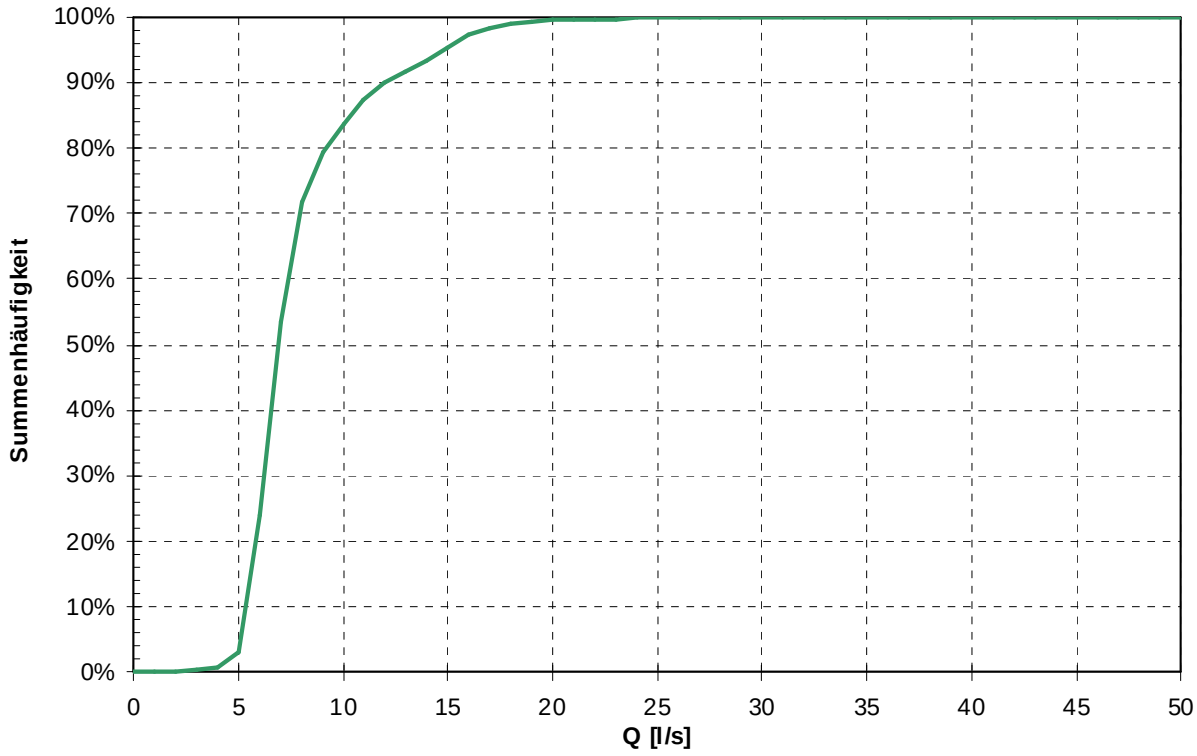


Bild 216: Summenhäufigkeitsverteilung der Differenzabflüsse im Brauereikanal zwischen Mst_253 und Mst_254 (Mescheder Schling)

Die Summenhäufigkeitsverteilung der Differenzabflüsse zwischen Mst_253 und Mst_254 zeigt, dass während der Messperiode rd. 15 % der registrierten Abflüsse > 10 l/s gemessen wurden. Weiterhin wurden im Brauereikanal mit rd. 5 % Ereignisse von 15 bis 25 l/s gemessen, vereinzelt traten aber auch Abflussspitzen von 30 bis 48 l/s auf.

6.1.2.2.3 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in einigen Teilgebieten Handmessungen sowie zusätzlich Tracer- und Mobi-DiR-Messungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Für eine Aussage, in welchem Verhältnis der gemessene Wert zum ermittelten Fremdwasser (Mittelwert) im Teileinzugsgebiet steht, ist es notwendig, auch im Schacht der stationären Messstelle eine Handmessung durchzuführen.

Insgesamt wurden an knapp neunzig Punkten Handmessungen inkl. Tracer-Messungen vorgenommen, die zur Absicherung der Daten teilweise auch mehrfach wiederholt wurden. Hauptschwerpunkte bildeten die Bereiche, die aufgrund der stationären Durchflussmessung Auffälligkeiten zeigten.

Die Ergebnisse der Handmesskampagnen sind als absolute Ergebnisse nicht ohne Weiteres mit denen der stationären Durchflussmengenmessstellen vergleichbar. Dies ist u. a. mit den unterschiedlichen Messgeräten und deren unterschiedlichen Kalibrierungen begründbar. Weiterhin erfassen Handmesskampagnen, sofern sie bei Trockenwetter durchgeführt werden, den Trockenwetterabfluss an wechselnden Nachlauftagen und Tageszeiten. Hierdurch unterscheiden sich die Handmessungen in dem Anteil des erfassten Schmutzwasserabflusses und des Fremdwassernachlaufes. In erster Linie lassen sich mit den durch Handmessungen erfassten Abflüssen zwar Abflusszuwächse aufspüren, die auf Fremdwasserquellen schließen lassen, andererseits ist eine Aussage zu absoluten Mengen ohne Weiteres nicht möglich. Insbesondere bei der späteren Festlegung von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung bei lokal aufgefundenen Fremdwasserquellen sind absolute Angaben sehr hilfreich.

Zu diesem Zweck wurden die im Rahmen der Handmesskampagnen und Tracer-Messungen gewonnenen Ergebnisse auf die stationären Durchflussmessstellen prozentual umgerechnet. Die so ermittelten Ergebnisse detaillieren die Ergebnisse der stationären Durchflussmengenmessstellen und werden beispielhaft für den Bereich der Hand- und Tracer-Messung zwischen der Mst_03 und Mst_04 in Bild 217 schematisch dargestellt.

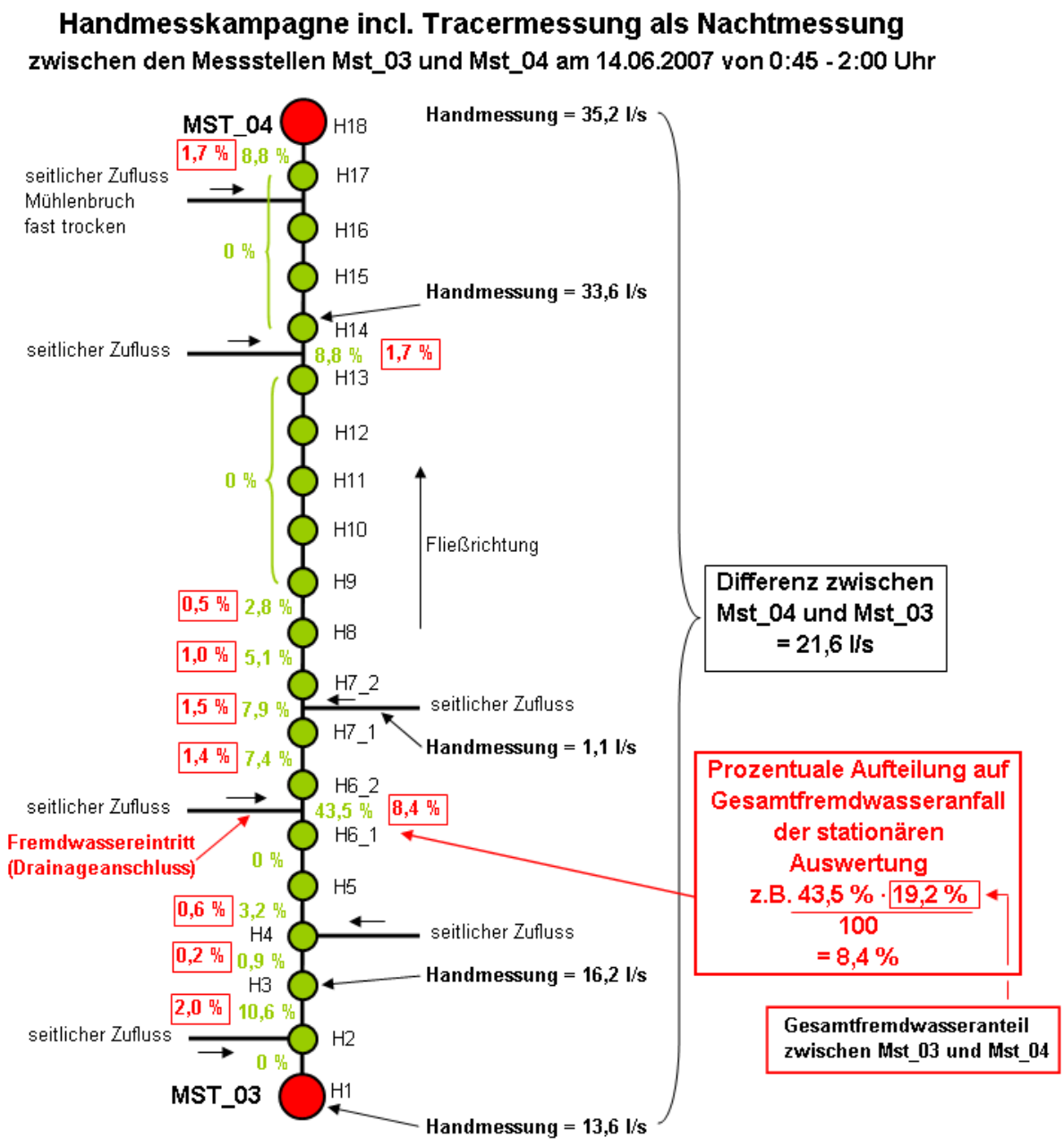


Bild 217: Schematische Darstellung der Hand- und Tracer-Messung

Die Tracer-Messung wurde aufgrund der Salzkonzentrationen in den einzelnen Schächten (H1 bis H18) und der teilweise durchgeführten Handmessungen mengenmäßig zugeordnet (s. Tabelle 174). Anschließend wurden die jeweiligen Abflusszunahmen prozentual auf die gemessene Zuflussdifferenz zwischen Mst_03 und Mst_04 (Differenz = 21,6 l/s) umgerechnet. Abschließend wurden die prozentual ermittelten Abflusszunahmen aus der Handmesskampagne mit dem prozentual ermittelten Anteil am Gesamtfremdwasseranfall - aus den

Ergebnissen der stationären Durchflussmessstellen - multipliziert, um so engmaschiger auf den Anteil bzw. die absoluten Fremdwassermengen rechnen zu können.

Tabelle 174: Umrechnung der Lithium-Konzentrationen auf die Abflüsse zwischen Mst_03 und Mst_04

Datum	Schacht-Nr.	Bez. der Probe	Bemerkung	Lithium [mg/l]	$Q_{gem.}$ [l/s]	Fracht [mg]	$Q_{ger.}$ [l/s]
14.06.2007	210366	H1	Handmessung	0,063	13,6		
14.06.2007	210367	H2	Zufluss von links	23,5		319,6	13,6
14.06.2007	210386	H3	Handmessung	19,7	15,9		16,2
14.06.2007	210387	H4		19,9			16,1
14.06.2007	210398	H5		19,0			16,8
14.06.2007	210399	H6_1	Probe oberhalb d. seitl. Zuflusses, HdM im seitl. Zufluss	19,2			16,6
14.06.2007	210399	H6_2	Probe unterhalb des seitlichen Zuflusses, FW aus linkem Zufluss	12,3			26,0
14.06.2007	210416	H7_1	Probe oberhalb des seitlichen Zuflusses, FW aus rechtem Zufluss	11,6			27,6
14.06.2007	210416	H7_2	Probe unterhalb des seitlichen Zuflusses, FW aus rechtem Zufluss	10,9			29,3
14.06.2007	200230	H8	FW-Eintritt in Haltung sichtbar	10,5			30,4
14.06.2007	200231	H9	Hinter Polizei	10,3			31,0
14.06.2007	200232	H10		10,4			30,7
14.06.2007	200233	H11		10,3			31,0
14.06.2007	200234	H12		10,4			30,7
14.06.2007	200235	H13	Regenüberlauf	10,6			30,2
14.06.2007	200237	H14	Handmessung	10,0	33,6		32,1
14.06.2007	200244	H15		9,6			33,4
14.06.2007	200245	H16		9,6			33,4
14.06.2007	200229	H17	Seitlicher Zufluss von Mühlenbruch trocken	9,6			33,3
14.06.2007	200246	H18	Handmessung	9,1			35,2

Nachfolgend werden die Ergebnisse und Erfahrungen zu den lokalisierten Fremdwasserquellen beschrieben, die während der Handmesskampagnen ermittelt wurden. In Tabelle 175 sind die errechneten Fremdwasseranteile auf Basis der in Kapitel 2 beschriebenen Methode für alle durchgeführten Handmessungen als absolute Werte und als prozentualer Anteil bezogen auf die Gesamtfremdwassermenge aufgeführt.

Tabelle 175: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen

HMst.-Nr.	Bezeichnung	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Hauptstraße (B55) und Mühlenbruch			
H3	Hauptsammler B55 nach seitlichem Zufluss hinter Mst_03	1,6	2,1
H4	Hauptsammler zwischen H3 und H4	0,2	0,2
H5	Hauptsammler zwischen H4 und H5 und seitl. Zufluss rechts	0,4	0,6
H6_2	Hauptsammler zwischen H6_1 und H6_2 und seitl. Zufluss links	6,2	8,4
H7_1	Hauptsammler zwischen H6_2 und H7_1	1,0	1,4
H7_2	Hauptsammler zwischen H7_1 und H7_2 und seitl. Zufluss rechts	1,1	1,5
H8	Hauptsammler zwischen H7_2 und H8	0,7	1,0
H9	Hauptsammler zwischen H8 und H9	0,4	0,6
H14	Hauptsammler zwischen H13 und H14 und seitl. Zufluss links	1,3	1,7
H18	Hauptsammler zwischen H17 und H18	1,3	1,7
Zwischensumme		**14,2**	**19,2**
TEZG Schorenweg			
Mst_05	Hauptsammler Talstraße vor Mst_05	0,6	0,8
5_02	Nebensammler vom Gymnasium	0,1	0,2
5_03	Hauptsammler Talstraße mit seitlichen Zuflüssen rechts	2,1	2,8
5_04	Hauptsammler nach Ewaldstraße	0,2	0,3
5_05	Sammler von Ewaldstraße links 50 m-Haltung	2,4	3,2
5_06	Sammler Ewaldstraße vom Sportplatz	0,2	0,3
5_08	Hauptsammler von Schoren (Gesamt) zum Sportplatz	1,6	2,2
5_09_1	Sammler von Schoren Süd-West und Schule	0,7	0,9
5_09_2	Sammler von Schoren Nord-West und Hallenbad	1,2	1,6
Zwischensumme		**9,1**	**12,3**

HMst.-Nr.	Bezeichnung	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Suttrop			
6_01	Sammler von Suttrop-Nord und Mitte (F15, T15)	2,7	3,6
6_03	Sammler von Suttrop-Mitte (F17)	0,5	0,7
6_04	Sammler Suttrop, Mühlweg (F16)	1,0	1,4
6_06	Sammler Kreisstr. Nebenarm (F01)	0,1	0,2
6_07	Sammler Fläche Lindenstr. (F01)	0,4	0,5
Mst_06	Hauptsammler	0,1	0,1
Zwischensumme		**4,8**	**6,5**
TEZG Westfälische Klinik (WKPP)			
7_01	Nebensammler mit kleiner Teilfläche (F02)	1,0	1,4
7_03	Nebensammler mit Grabenanschluss (Bachlauf)	0,1	0,1
Mst_07	Rest des Gebietes (F02)	4,8	6,5
Zwischensumme		**5,9**	**8,0**
TEZG Mescheder Schling/Homertrift (Brauereisammler)			
253_03	Abfluss Flächen T22 und T22g	0,3	0,5
253_04	Sammler vor Brauereizufluss	1,1	1,5
253_05	Sammler zwischen Brauereizufluss	1,0	1,4
253_07	Sammler zwischen Homertrift (T24)	1,0	1,3
253_08	Brauereikanal im Innenstadtbereich ohne direkten Zufluss	2,3	3,1
Mst_254	Brauereikanal im Bereich Güterbahnhof ohne direkten Zufluss	1,0	1,3
Zwischensumme		**6,8**	**9,1**
Summe		**40,8**	**55,1**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall von 74,0 l/s

Weiterhin werden die in den einzelnen Teilgebieten identifizierten Schäden näher erläutert. Abschließend erfolgt eine Zusammenstellung der aufgefundenen Schäden, gemessenen Fremdwassermengen und des Reduktionspotenziales.

TEZG Hauptstraße (B55) und Mühlenbruch

Als ein Schwerpunkt wurde der Bereich zwischen den Messstellen Mst_03 und Mst_04 (Hauptstraße B55 und Mühlenbruch) identifiziert, aus dem rd. 14 l/s bzw. 19 % des Gesamtfremdwassers kommen. Mit Hilfe von Hand- und Tracer-Messungen wurden die Fremdwasserzutrittsbereiche näher eingegrenzt, die anschließend mit einer Kamerabefahrung inspiziert wurden. Die Befahrung zeigte, dass neben zahlreichen Schäden im Hauptsammler (undichte Muffen, undichte Stutzen, Risse und Scherbenbildungen) auch große Fremdwasser-

zutritte durch eine angeschlossene Dränage in einem Nebenstrang des Hauptsammlers sowie durch die seitlichen Westerdüker zu erkennen waren (s. Bild 218 und Bild 219). Die Westerdüker konnten aufgrund von Hindernissen im Kanal nicht durchgehend befahren werden.

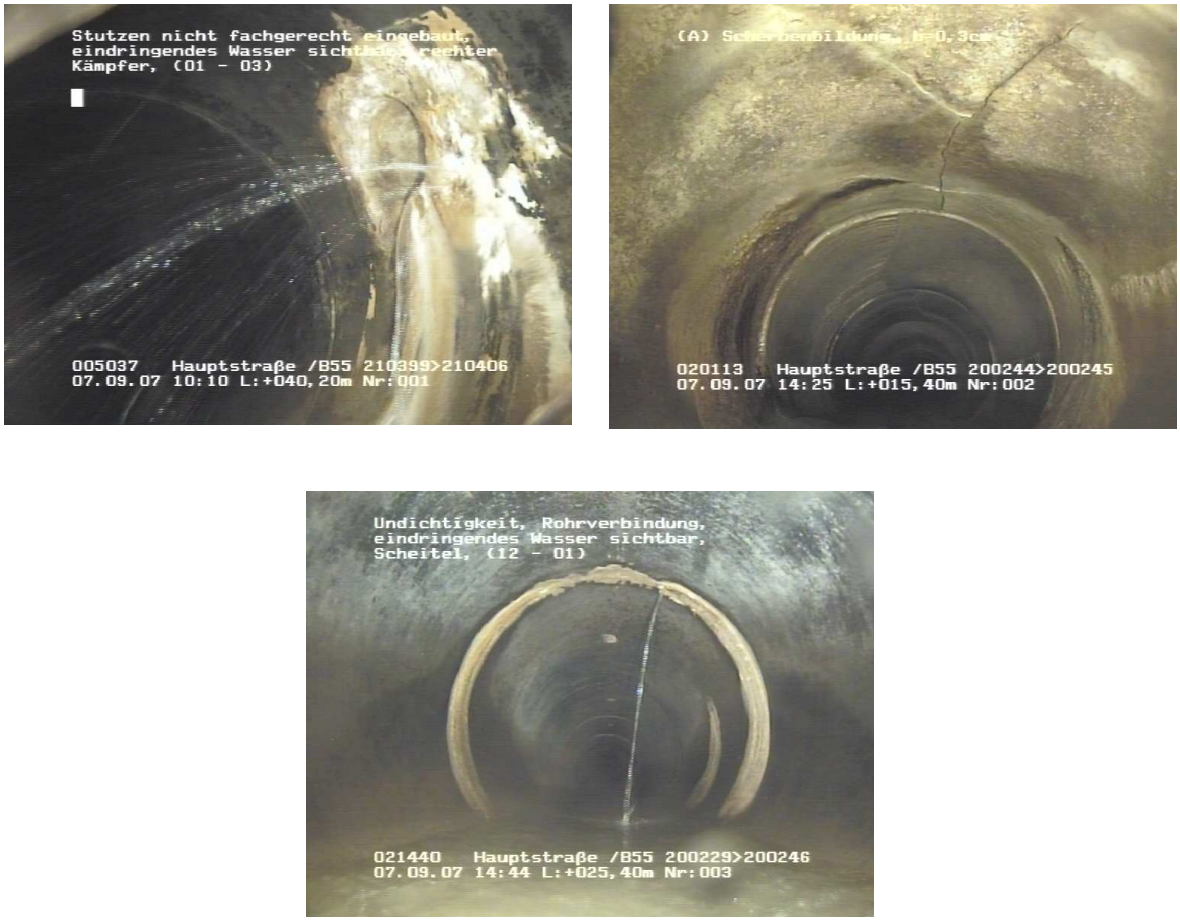


Bild 218: Kanalschäden mit Fremdwassereintritt im Hauptsammler



Bild 219: Dränageanschluss im Nebensammler sowie Einleitung dessen in den Hauptsammler (oben) und Einleitung zweier Westerdüker in den Hauptsammler (unten)

TEZG Schorenweg

Der Bereich um das TEZG Schorenweg (Mst_05) ist mit rd. 9 l/s (12 %) Fremdwasser ebenfalls auffällig. Die Monatsmittelwerte schwanken zwischen 5,1 l/s im Mai und 16,5 l/s im März. Um die Mst_05 wurden an drei Tagen Handmessungen durchgeführt. Besonders auffällig zeigten sich hier eine 50 m lange Haltung in der Ewaldstraße sowie der Hauptsammler in der Ottilien-/Talstraße. Diese Bereiche wurden anschließend mit einer Kamerabefahrung inspiziert. Während die Kamerabefahrung in der Ottilien-/Talstraße eher geringe Schäden zeigte (undichte Stutzen), waren in der Ewaldstraße zahlreiche Schäden (undichte Muffen, undichte Stutzen und Scherbenbildungen) zu erkennen (s. Bild 220).

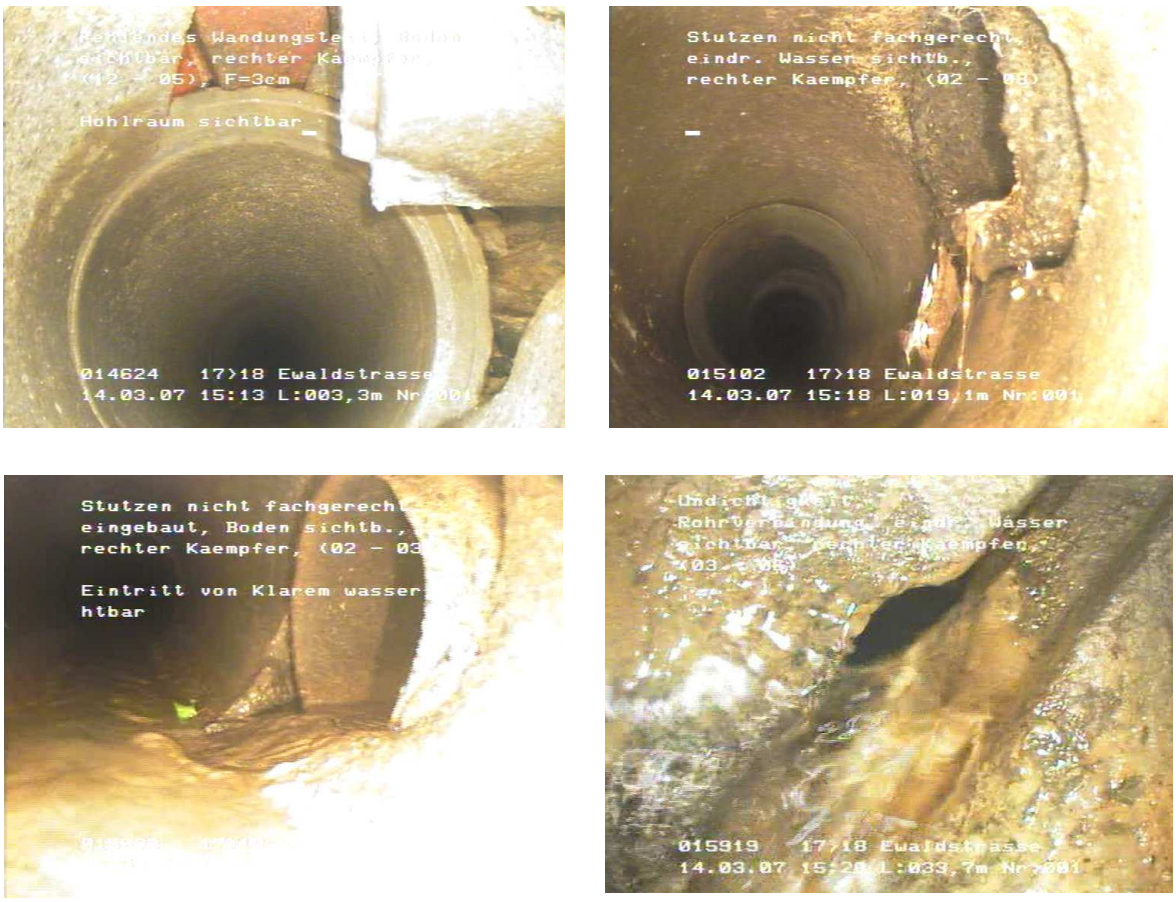


Bild 220: Kanalschäden und Fremdwassereintritte in der Ewaldstraße

TEZG Suttrop

An der Mst_06 in Suttrop wurden im Messzeitraum i. M. 4,8 l/s bzw. 7 % Fremdwasser gemessen. Die oberhalb liegenden Einzugsgebiete an der Mst_250 sowie Mst_252 konnten nicht separat ausgewertet werden, sodass das Gesamteinzugsgebiet Suttrop an der Mst_06 betrachtet wurde. Die Monatsmittelwerte des Fremdwasseranfalls schwanken zwischen 11,1 l/s im Januar und 2,6 l/s im Mai. Zur genauen Lokalisierung wurden sowohl der Hauptsammler als auch die Nebenstränge von Suttrop an einem Tag mit Hilfe von Handmessungen genauer untersucht. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass das Pumpwerk in Suttrop-Kreggenbrink an diesem Messtag am 21.05.2007 ausgeschaltet wurde. An der HMst_6_01 wurden trotz ausgeschaltetem Pumpwerk noch 2,7 l/s gemessen, was dem TEZG Suttrop-Nord und Teilen von Suttrop-Mitte (F15, T15) zugeordnet werden konnte. Allerdings ist eine detaillierte Betrachtung anhand von Schäden bzw. Undichtigkeiten im Kanalnetz nicht zuordenbar. Die HMst_6_03 (MID des RÜB III Suttrop, Planweg) war mit einer Abflussdifferenz von 0,5 l/s eher unauffällig, konnte allerdings anhand des vorliegenden Schadenskatasters mehreren Haltungen (240316, 240686, 240333 und 240301) zugeordnet werden. Ursache hierfür sind undichte Schachtanbindungen in den einzelnen Bereichen. Zwischen der

HMst_6_03 und dem Zusammenfluss an der HMst_6_04 wurde eine Abflusszunahme von 21 % gemessen, was ca. 1,0 l/s des in Suttrop gemessenen Fremdwassers entspricht. Allerdings konnte auch hier keine Zuordnung anhand des vorliegenden Schadenskatasters berücksichtigt werden. Zwischen der HMst_6_04 und dem Zusammenfluss an der HMst_6_07 wurde eine geringe Abflusszunahme von 8 % (0,4 l/s) gemessen, die allerdings auch nicht detaillierter betrachtet werden konnte. Da der Fremdwassereintritt stark vom Grundwasser abhängt und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, können aufgrund der im Mai durchgeführten Handmessung nur geringe Aussagen zum Fremdwasseranfall als Ursache für Schäden im Kanal bzw. der Schachteinstiege im Bereich Suttrop gemacht werden.

TEZG Westfälische Klinik (WKPP)

Der Bereich des TEZG WKPP ist mit rd. 6 l/s (8 %) Fremdwasser an der Mst_07 ebenfalls auffällig. Die Monatsmittelwerte des Fremdwasseranfalls schwanken zwischen 3,7 l/s im Mai und 11,5 l/s im Januar und Februar.

Da das Kanalnetz in eigenständiger Verantwortung der WKPP betrieben und zum Teil über ein Stollensystem abgeleitet wird, war es relativ schwierig, anhand von den beiden durchgeführten Handmessungen in vier im Vorfeld verdächtigen Schächten (24.05. und 06.09.2007) Aussagen zum detaillierten Fremdwasseranfall machen zu können. Laut Aussage des zuständigen Kanalbetreibers ist das Kanalnetz vollständig kamerabefahren und anschließend an allen markanten Stellen im Kanalnetz saniert worden. Allerdings wurden ggf. angeschlossene Dränagen bzw. Gräben oder Bachläufe bei der damals durchgeführten Kamerabefahrung nicht als Schäden im Hinblick auf einen Fremdwasseranfall berücksichtigt.

Anhand der durchgeführten Handmessungen können abschließend keine detaillierten Aussagen zum Fremdwasseranfall auf dem Gelände der WKPP getroffen werden. Zwei vorher ausgewählte Messbereiche waren aufgrund der geringen Fließverhältnisse nicht messbar. An der HMst_7_01 wurden ca. 0,8 l/s bzw. 1,9 l/s sowie an der Mst_07 (mittels Handmessung) ca. 7,8 l/s bzw. 6,4 l/s (HMst_07) gemessen. Diese Ergebnisse können allerdings nicht detailliert auf Schäden bzw. Fehlanschlüsse betrachtet werden, weil sich das Kanalnetz sehr schwierig und undurchsichtig darstellt (fehlendes Kanalkataster, Ableitung des Abwassers über ein teilweise vorhandenes Stollensystem). Für dieses TEZG empfiehlt sich eine erneute Handmessung in einem vom Grundwasser geprägten Zeitraum, um die Schwerpunkte innerhalb des Geländes zu identifizieren. Hierzu wäre innerhalb dieses TEZG der WKPP eine detailliertere Kenntnis des Abwassersystems über den Kanalnetzbetreiber erforderlich.

Brauereikanal

Durch Differenzbildung zwischen den Messstellen Mst_254 (Zufluss Brauereikanal, MID-Messung vor KA) und Mst_253 (Zufluss Warsteiner Brauerei, MID-Messung auf dem Gelände der Brauerei) ergibt sich unter Berücksichtigung des an dem Brauereikanal direkt angeschlossenen trennentwässerten Einzugsgebietes ein mittlerer Fremdwasseranfall von rd. 7 l/s (9 % des Gesamtfremdwassers). Die Monatsmittelwerte des Fremdwassers schwanken zwischen 5,2 l/s im April bzw. Mai und 9,4 l/s im März. Sowohl im Einzugsgebiet vor dem Zusammenfluss mit der Warsteiner Brauerei als auch im Einzugsgebiet direkt am Brauereikanal wurden an zwei Tagen Handmessungen durchgeführt (28.02.2007 und am 28.03.2007). Während sich das oberhalb liegende Einzugsgebiet vor dem Zusammenfluss mit dem Brauereiabfluss an der HMst_253_03 mit 0,4 l/s eher unauffällig zeigte, konnte an der HMst_253_04 ein Fremdwasserabfluss von 1,1 l/s und im weiteren Verlauf direkt hinter dem Zusammenfluss mit der Warsteiner Brauerei an der HMst_253_5 sowie an der HMst_253_07 (EZG Homertrift) von jeweils 1,0 l/s ermittelt werden. Ursache hierfür sind zum größten Teil undichte Schachtringe bzw. lose Fliesen im Bermenbereich, die den grundwasserbasierten Fremdwasseranfall verursachen. Weiterhin läuft in diesem Bereich bei Regenwetter teilweise Oberflächenwasser über die Öffnungen der Schachtdeckel zu (s. Bild 221).



Bild 221: Grundwasserbedingter Fremdwassereintritt im linken unteren Bereich des Schachtes (links) und niederschlagsbedingter Fremdwassereintritt über Schachtöffnungen (rechts)

Der restliche Teil des Brauereikanals verläuft durch den Stadtkern teilweise parallel zum Hauptsammler ohne Anschluss von direkten Einzugsgebieten. Hier zeigte sich der Bereich zwischen dem Güterbahnhof und dem Zufluss zur Kläranlage anhand der durchgeführten Handmessungen zwischen der HMst_253_08 und der HMst_253_09 mit rd. 10 l/s sehr auffällig. Da die Fließverhältnisse in diesem Bereich als schwierig einzustufen sind, wurde zur

Absicherung der Handmessungen zusätzlich eine Tracer-Messung in diesem Bereich durchgeführt, die allerdings eine Fremdwasserzunahme von 10 l/s nicht bestätigte. Deshalb wurde in der Zeit vom 04.07.2007 bis 18.07.2007 (14 Tage) mittels zweier mobiler Durchflussmessstellen der oben beschriebene Brauereisammlerbereich (Güterbahnhof bzw. Marktkauf und kurz vor dem Kläranlagenzufluss) untersucht. Bild 222 zeigt die Ganglinien aus den beiden Mobi-DiR-Messungen im oben beschriebenen Brauereikanalabschnitt.

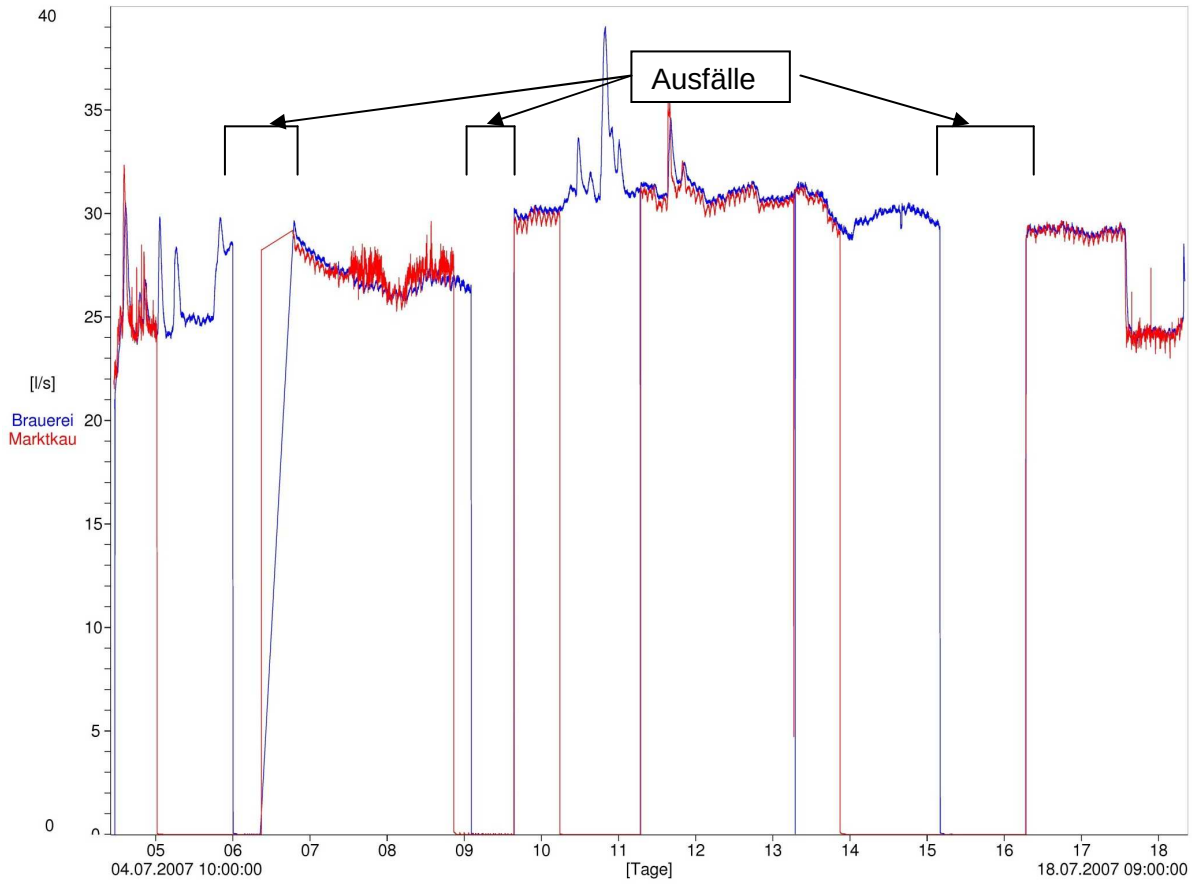


Bild 222: Mobi-DiR-Messung innerhalb eines kritischen Brauereikanalabschnittes

Wie zu erkennen ist, liegt die Abflussdifferenz zwischen den beiden Messstellen bei etwa 1,0 l/s und bestätigt damit die Tracer-Messung. Die lückenhaften Bereiche und Nullwerte sind Messausfälle, die auf den Batteriezustand der Messgeräte zurückzuführen sind.

Als Fremdwassereintritte konnten die während der Tracer-Messung sichtbaren Schäden bzw. Undichtigkeiten an den Schachtringen bzw. Steigeisen zugeordnet werden. Bild 223 zeigt einen Fremdwassereintritt am unteren Schachtring des Brauereikanals zwischen Güterbahnhof und Kläranlage.



Bild 223: Fremdwassereintritt durch Schachtring (unterer Bereich rechts) am Brauereikanal zwischen Güterbahnhof und Kläranlage

Die Fremdwassermenge von 2,3 l/s wurde dem Brauereikanal anhand des vorliegenden Schadenskatasters im Innenstadtbereich an der Hauptstraße/B55 (drei hintereinanderliegende Haltungen (220218, 220219, 220220)) zugeordnet.

Weiterhin wurde gezeigt, dass im Brauereikanal stark ausgeprägte Abflussspitzen als direkte Folge von Niederschlagsereignissen, von Fremdwasserzutritten aus oberflächlich abfließendem Niederschlag bzw. von Fehlanschlüssen entlang des Brauereisammlers auftreten. Allerdings wurden diesbezüglich keine detaillierten Messungen bzw. Untersuchungen angestellt, um diese Herkunftsbereiche (z. B. fehlangeschlossene Dachflächen) herauszufinden.

Hierzu empfiehlt sich, erneute Handmessungen bei Regenwetter durchzuführen und bei Auffälligkeiten im entsprechenden Brauereikanalabschnitt mit detaillierten Nebelungen (s. Kapitel 2.1.2) eventuelle fehlangeschlossene Dach- bzw. Oberflächen herauszufinden.´

Aus der Zusammenstellung in Tabelle 176 können die aktuellen Fremdwasserabflüsse, die zukünftige Fremdwasserreduzierung und die dazugehörigen Schäden entnommen werden. Die reduzierte Fremdwassermenge wurde anhand der TV-Befahrungen und der Ergebnisse der Handmessungen abgeschätzt. Ebenso ist versucht worden, die Nachhaltigkeit der Fremdwassersanierung mit einfließen zu lassen. Lediglich das Einzugsgebiet der Westfälischen Klinik konnte aufgrund der wenig aussagekräftigen Handmessungen nicht näher berücksichtigt werden.

Tabelle 176: Voraussichtlicher Fremdwasserabfluss der Teileinzugsgebiete nach der Sanierung

Bezeichnung TEZG	Fremdwasserquellen	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
		$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
Warstein-Süd-West					
Fliegenpark Mst_09)	Anschluss an Rohr undicht	5,2	7,0	0,3	0,4
Marktplatz (Mst_01)	Risse, eindringendes Wasser am gesamten Rohr	4,3	5,8	0,6	0,8
Warstein-Zentrum/Rangestrang					
Enkerbruch Rangestrang Steinstraße (Mst_02)	Verbindung undicht, Stutzen nicht fachgerecht ausgeführt Verbind. undicht, Risse, Stutzen nicht fachgerecht ausgeführt, Rohrbruch Anschluss an Rohr undicht	9,7	13,1	3,5	4,7
Hauptstraße/ Müscheder Weg Hochstraße/ Schulstraße (Mst_03)	Stutzen nicht fachgerecht ausgeführt Rohrverbindung undicht	14,0	18,9	0,6	0,8
Mühlenbruch Hauptstraße (Mst_04)	undichte Stutzen, undichte Muffen, Risse, Scherbenbildungen	8,0	10,8	4,3	5,8
Hauptstraße (Mst_04)	Dränageanschluss	6,2	8,4	6,2	8,4
Warstein-Schoren und Gewerbe Kupferhammer					
Schorenweg (Mst_05	undichte Stutzen, undichte Muffen, Scherbenbildung	9,1	12,3	3,0	4,1
Gew. Kupfer-hammer (Mst_08	Rohrverbindung undicht	0,1	0,1	0,1	0,1
Warstein-Suttrop					
Suttrop (Mst_06)	undichte Stutzen, undichte Muffen, Scherbenbildung	4,8	6,5	1,0	1,4
WKPP (Mst_07)	Dränagen und angeschlossene Gräben	5,9	8,0	0,0	0,0
Brauereikanal					
Mescheder Schling Homertrift (Mst_254)	undichte Schachtringe, Risse, Verbind. undicht, Scherbenbildungen	6,7	9,1	3,0	4,1
Summe		**74,0**	**100,0**	**22,6**	**30,5**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall von $Q_{F,pM}$ = 74,0 l/s

Von den in der Messkampagne gemessenen 74,0 l/s können bei erfolgreicher Sanierung rd. 23 l/s Fremdwasser reduziert werden. Es verbleiben zunächst rd. 70 % Fremdwasser im Einzugsgebiet der KA Warstein.

6.1.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die bisherigen Fremdwasserangaben repräsentieren lediglich den Messzeitraum der ersten Jahreshälfte 2007. Die gesammelten Erfahrungen zeigen, dass der Jahresbeginn in der Regel einen höheren Fremdwasserabfluss aufweist als der Rest des Jahres. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den Jahren der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach dem gleitenden 21-d Minimumverfahren der letzten Jahre (2000 - 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert.

Im EZG der KA Warstein lag der langjährige Faktor im Mittel über die Jahre 2000 bis 2007 bei 1,21 (s. Tabelle 177). Die Auswertung der Zuflussmessung der Kläranlage ergab für das Jahr 2007 einen Faktor von 0,92. Mit Hilfe des Faktors 0,92 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert.

Tabelle 177: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 bis 2007 für die KA Warstein

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis Jan - Juni zu Jahresmittel
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	
2000	54	92	125	66	46	45	43	33	35	36	35	36	71,3 l/s	53,7 l/s	1,33
2001	41	61	71	71	53	53	52	46	55	43	37	65	58,4 l/s	54,0 l/s	1,08
2002	65	97	71	61	57	42	47	51	36	36	57	37	65,6 l/s	54,9 l/s	1,20
2003	81	60	51	37	36	30	19	28	16	23	24	34	49,2 l/s	36,7 l/s	1,34
2004	64	68	56	53	43	36	33	31	22	26	32	46	53,3 l/s	42,5 l/s	1,25
2005	47	63	67	59	57	43	34	38	26	24	20	33	55,9 l/s	42,5 l/s	1,32
2006	39	46	61	60	53	48	27	39	33	24	27	31	51,0 l/s	40,7 l/s	1,25
2007	**63**	**62**	**65**	**49**	**41**	**40**	**42**	**70**	**72**	**54**	**64**	**71**	**53,3 l/s**	**57,7 l/s**	**Messjahr 0,92**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007															1,21

Die Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet bleibt dabei unverändert, wohingegen die absolute Fremdwassermenge in den einzelnen Teilgebieten größer wird. Zur besseren Darstellung folgt in Bild 224 ein Fließschema mit den umgerechneten Jahresmittelwerten in den einzelnen Teilgebieten.

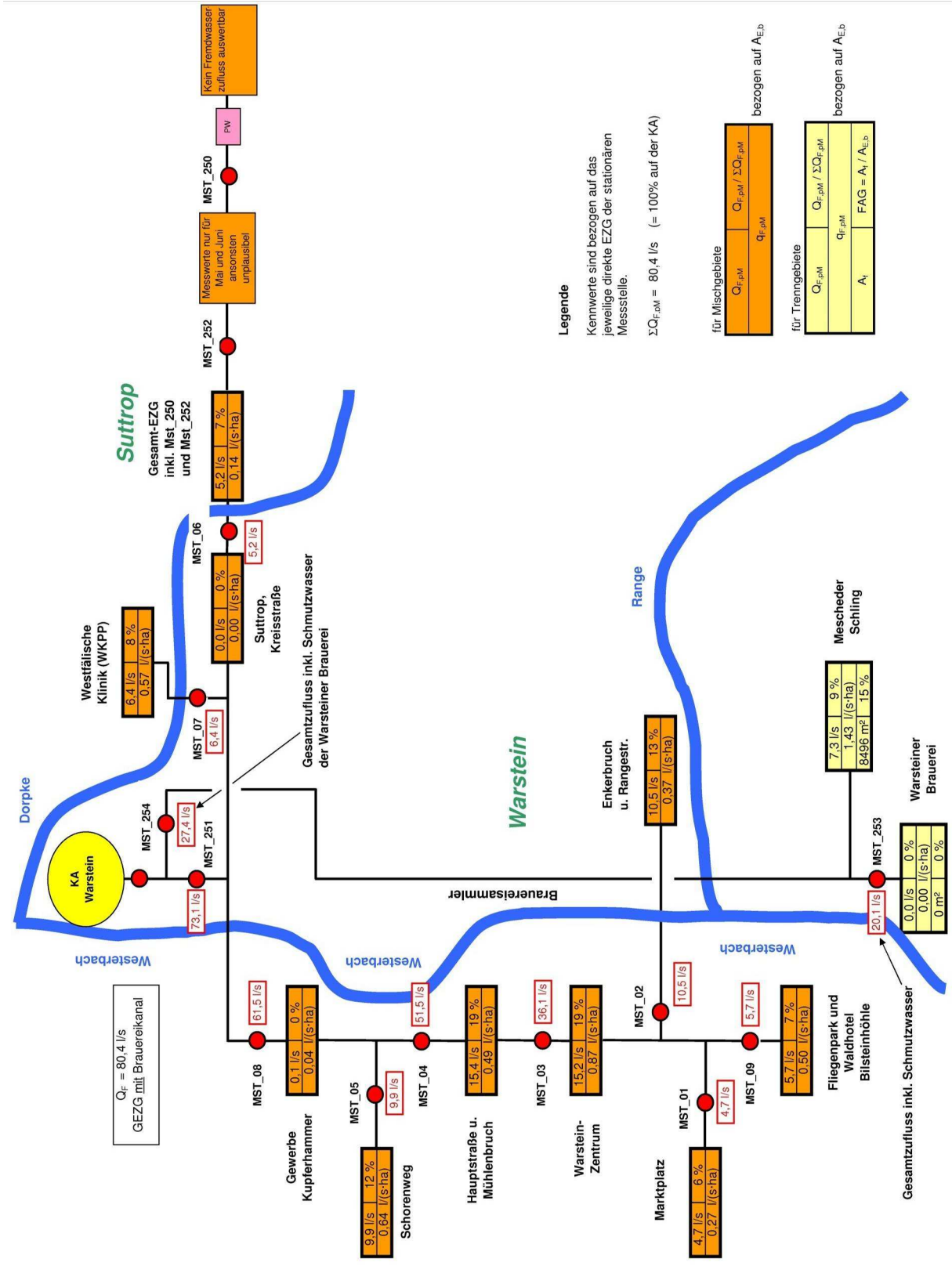


Bild 224: **Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet der KA Warstein (umgerechnet auf den Jahresmittelwert 2007)**

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist. Dazu zeigt die Tabelle 178 eine Übersicht, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes, die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Insgesamt lassen sich durch die im Anschluss aufgeführten Sanierungsmaßnahmen im Jahresmittel ca. 24,5 l/s bzw. 30,5 % des Fremdwassers beseitigen.

Tabelle 178: Übersicht reduzierbarer Fremdwassermengen

Bezeichnung	Messzeitraum Jan - Juni 2007	2007	reduziertes Fremdwasser (bezogen auf KA Warstein)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [l/s]	$Q_{F,aM}$ [%]
Warstein-Süd-West	9,5	10,4	1,0	1,2
Warstein-Zentrum/ Rangestrang	31,7	34,4	9,1	11,3
Warstein-Zentrum, Dränageanschluss	6,2	6,7	6,7	8,4
Warstein-Schoren und Gew. Kupferhammer	9,2	10,0	3,4	4,3
Warstein-Suttrop	10,7	11,6	1,0	1,2
Brauereikanal	6,7	7,3	3,3	4,1
Summe	**74,0**	**80,4**	**24,5**	**30,5**

6.1.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

6.1.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation müssen die lokalisierten Fremdwasserquellen im Einzugsgebiet der KA Warstein möglichst zeitnah beseitigt werden. Mit Hilfe der Stadtwerke Warstein wurden für die entdeckten Schäden Sanierungsmöglichkeiten und Kosten ermittelt. Die Kosten für die Maßnahmen wurden abgeschätzt und mit der Stadt abgestimmt.

Warstein-Süd-West

In diesem Bereich (TEZG Fliegenpark und Marktplatz) sind keine außergewöhnlichen Schäden entdeckt worden. Anhand des Schadenskatasters konnten zwei Kanalhaltungen (nah der Hauptstraße und in der Dieplohstraße) zugeordnet werden, die als undicht klassifiziert worden sind. Während die Haltung nah der Hauptstraße mit Reparaturmaßnahmen saniert werden kann, muss die Haltung in der Dieplohstraße umfangreich renoviert werden. Die geschätzten Gesamtkosten liegen für die beiden Maßnahmen bei rd. 5.700 € brutto.

Warstein-Zentrum/Rangestrang

Diese beiden Bereiche beinhalten den Fremdwasserschwerpunkt im Einzugsgebiet der KA Warstein. Während den TEZG Enkerbruch, Müscheder Weg und Rangestrang anhand des vorliegenden Schadenskatasters mit Undichtigkeiten im öffentlichen Kanal zwölf Haltungen zugeordnet werden konnten, wurden die Schäden in der Hauptstraße anhand der aktuell durchgeführten Kamerabefahrung neu beurteilt. Die meisten identifizierten Schäden lassen sich durch Reparaturmaßnahmen beheben. An zwei Haltungen sind Renovierungsmaßnahmen erforderlich, während drei Haltungen in der Hauptstraße nur durch einen Neubau die wirtschaftlichste Lösung darstellen. Die Gesamtkosten der zu behebenden Schäden wurden mit rd. 79.100 € brutto geschätzt. Weiterhin ist bei der aktuell durchgeführten Kamerabefahrung eine Dränage unter der Bundesstraße auffällig geworden, die mit einer Fremdwassermenge von ca. 7 l/s an den öffentlichen Kanal angeschlossen ist. Diese Dränage könnte in den nahe gelegenen Westerbach (ca. 12 m entfernt) umgeleitet werden. Da der Herkunftsbereich dieser Dränage unbekannt ist und die Zugänglichkeit durch die stark befahrene Hauptstraße (B 55) erschwert wird, wurden die Kosten für diese Umleitung mit rd. 40.000 € brutto ziemlich hoch eingestuft.

Warstein-Schoren und Gewerbe Kupferhammer

Diesen Einzugsgebieten konnten sowohl Schäden aus der aktuell durchgeführten Kamerabefahrung in der Ewaldstraße als auch anhand des vorliegenden Schadenskatasters (Hauptstraße/Gewerbe Kupferhammer) zugeordnet werden. Die beiden schadhaften Haltungen lassen sich am wirtschaftlichsten durch einen Neubau dauerhaft sanieren. Die Kosten für die beiden Neubaumaßnahmen betragen ca. 33.400 € brutto.

Warstein-Suttrop

Im Ortsteil Suttrop wurden im Vorfeld anhand des Schadenskatasters vier Haltungen als undicht klassifiziert. Die Sanierungsmaßnahmen sehen sowohl Reparatur- als auch Renovierungsmöglichkeiten vor, wobei eine Haltung im Mühlweg am wirtschaftlichsten durch einen

Neubau dauerhaft die Undichtigkeiten im Kanal beseitigen kann. Die Gesamtkosten für die erforderlichen Neubau-, Reparatur- und Renovierungsmaßnahmen im Ortsteil Suttrop belaufen sich auf rd. 43.100 € brutto.

Brauereikanal

Am Brauereikanal wurden im Rahmen von Handmessungen an 12 Schächten Undichtigkeiten an Schachtringen, Steigeisenanschlüssen und im Bermenbereich sichtbar. Diese lassen sich durch Reparaturmaßnahmen dauerhaft beseitigen. Weiterhin konnten anhand des vorliegenden Schadenskatasters drei Haltungen in der Hauptstraße als undicht deklariert werden. Die Schadensbereiche lassen sich an zwei Haltungen durch Reparatur- und an einer Haltung durch Renovierungsmaßnahmen dauerhaft gegen Undichtigkeiten beseitigen. Die Gesamtkosten für die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen am Brauereikanal belaufen sich auf rd. 15.200 € brutto.

6.1.3.2 Ermittlung der Kosten der einzelnen Maßnahmen

Die im Rahmen der Handmessungen, Ortsbegehungen und Kamerabefahrungen bzw. des vorliegenden Schadenskatasters in den einzelnen Teileinzugsgebieten gefundenen Schadensbereiche sind mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen in Tabelle 179 bis Tabelle 184 aufgeführt. Abschließend folgt in Tabelle 185 eine Übersicht aller geplanten Gesamtkosten.

Die Sanierungskosten wurden vom Ruhrverband gemeinsam mit den Stadtwerken Warstein anhand ihrer Erfahrungen bei der Sanierung des öffentlichen Kanalnetzes abgeschätzt.

Tabelle 179: Schäden und geplante Sanierungskosten im TEZG Fliegenpark und Marktplatz

Bezeichnung	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Hauptstraße	220117	Rohranschluss undicht, Sohle unten	1.500
Dieplohstraße	210501	Risse am gesamten Rohrumfang, quer radial	4.200
Summe Fliegenpark und Marktplatz (gerundet)			**5.700**

Tabelle 180: Schäden und geplante Sanierungskosten im TEZG Enkerbruch und Rangestrang

Bezeichnung	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Enkerbruch	230003	Verbindung undicht, Sohle unten, Stutzen linker Kämpfer nicht fachgerecht ausgeführt	2.200
Rosengasse	210361	Stutzen rechter Kämpfer nicht fachgerecht ausgeführt	1.600
Rangestraße	230080	Rohrbruch, Rohrausbruch, Scherbenbildung linker Kämpfer	2.000
Synagogengasse	230173	Risse linker Kämpfer, quer radial	2.100
Königserlen	230287	Verbindung undicht, linker Kämpfer	1.300
	230289	Stutzen Scheitel oben nicht fachgerecht ausgeführt	2.500
	230290	Verbindung undicht, Sohle unten	1.500
An der Ölmühle	230352	Rohranschluss undicht, Scheitel oben	2.700
	230353	Risse am gesamten Rohrumfang, quer radial	2.700
Steinstraße	230265	Rohranschluss undicht, linker Kämpfer	1.300
Summe Enkerbruch und Rangestrang (gerundet)			**19.900**

Tabelle 181: Schäden und geplante Sanierungskosten im TEZG Hauptstraße/Müscheder Weg und Mühlenbruch

Bezeichnung	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Hauptstraße/ Müscheder Weg	210020	Stutzen rechter Kämpfer nicht fachgerecht ausgeführt	2.100
Hoch-/Schulstr.	210356	Verbindung undicht, Scheitel oben	1.500
Zur alten Brau-quelle/Hauptstr.	210383	Verbindung undicht, linker Kämpfer	1.400
Hauptstraße	210387	Einragender Stutzen, rechter Kämpfer	2.200
	210404	Dränage unter der Bundesstraße	40.000
	210399	Stutzen nicht fachgerecht eingebaut, rechter Kämpfer	2.400
Hauptstraße/ Westerdüker	210413	Undichtigkeit, Rohrverbindung, eindringendes Wasser sichtbar, linker Kämpfer	1.800

Bezeichnung	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Hauptstraße	210235	Zwei einragende Stutzen, Scheitel	2.900
	200237	Einragender Stutzen, rechter Kämpfer	2.100
	200240	Anschluss an Rohr undicht, gesamter Rohrumfang	1.500
	200241	Anschluss an Rohr undicht, gesamter Rohrumfang	1.500
	200244	Einragende Stutzen, Inkrustationen, Undichtigkeiten an den Rohrverbindungen, Feuchtigkeit sichtbar, Längsrisse und Scherbenbildungen (Neubau erforderlich)	12.000
	200245	Undichtigkeit, Rohrverbindung, Feuchtigkeit sichtbar, Inkrustationen, Stutzen nicht fachgerecht eingebaut (Neubau erforderlich)	7.900
Hauptstraße/ Mühlenbruch	200229	Stutzen nicht fachgerecht eingebaut, eindringendes Wasser sichtbar, Undichtigkeiten an den Rohrverbindungen, Inkrustationen, Feuchtigkeit sichtbar (Neubau erforderlich)	19.900
Summe Hauptstraße/Müscheder Weg und Mühlenbruch (gerundet)			**99.200**

Tabelle 182: Schäden und geplante Sanierungskosten im TEZG Schoren und Gew. Kupferhammer

Bezeichnung	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Ewaldstraße	200351	Einragende Stutzen, fehlende Wandungsteile, fehlende Scherben, Boden sichtbar, Stutzen nicht fachgerecht eingebaut, Undichtigkeiten an den Rohrverbindungen, Lageabweichungen, Scherbenbildung, überall eindringendes Wasser sichtbar (Neubau erforderlich)	15.200
Hauptstraße/ Gewerbe Kupferhammer	200246	Gesamte Verbindung undicht, linker Kämpfer (Neubau erforderlich)	21.300
Summe Schoren und Gew. Kupferhammer (gerundet)			**36.500**

Tabelle 183: Schäden und geplante Sanierungskosten in Suttrop

Bezeichnung	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Mühlweg	240301	Stutzen nicht fachgerecht ausgeführt, Anschluss an Rohr undicht (Neubau erforderlich)	12.100
Im Grund	240316	Risse, Scherbenbildungen, Scheitel oben	24.200
Kreisstraße	240333	Undichtigkeiten an Rohrwandung, Scheitel oben	5.600
	240686	Einragendes Hindernis, eindringendes Wasser, Scheitel oben	1.200
Summe Suttrop (gerundet)			**43.100**

Tabelle 184: Schäden und geplante Sanierungskosten am Brauereikanal

Bezeichnung	Schacht	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Haus Widey	220263		Schacht undicht	700
	220265		Schacht undicht	700
	220267		Schacht undicht	700
	220269		Schacht undicht	700
	220270		Schacht undicht	700
Homertrift	220148		Schacht undicht	700
	220158		Schacht undicht	700
	220160		Schacht undicht	700
	220161		Schacht undicht	700
Hauptstraße		220218	Risse, Scherbenbildungen am gesamten Rohrumfang	1.700
		220219	Risse längs axial, Scheitel oben, Scherbenbil-dung, linker Kämpfer	2.500
		220220	Verbindung undicht, linker Kämpfer	2.600
Güterbahnhof	220233		Schacht undicht	700
	220235		Schacht undicht	700
	220236		Schacht undicht	700
Summe Brauereikanal (gerundet)				**15.200**

Tabelle 185: Zusammenfassung der Sanierungskosten

TEZG	Sanierungskosten [€] brutto	
Warstein Süd-West	5.700	
Warstein-Zentrum/Rangestrang	119.100	
- Schäden		*79.100*
- Dränageumleitung		*40.000*
Warstein-Schoren und Kupferhammer	36.500	
Warstein-Suttrop	43.100	
Brauereikanal	15.200	
Summe	**219.600**	

6.1.3.3 Alternative Maßnahmenkonzepte

Neben den oft aufwendigen und kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen im Kanalnetz können alternative Maßnahmen beim Betrieb der Regenbecken die Mischwasseremissionen kurzfristig reduzieren.

Der Bau von zusätzlichem Behandlungsvolumen ist lt. SFB [31] in diesem Einzugsgebiet nicht vorgesehen, sodass Fremdwasserreduktionen keine Auswirkungen auf das noch zu realisierende Bauvolumen haben.

Im Rahmen der im Anschluss des Untersuchungsvorhabens durchzuführenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) werden detaillierte modelltechnische Betrachtungen zu den möglichen alternativen Maßnahmenkonzepten vorgenommen.

6.1.4 Bewertung

6.1.4.1 Ermittlung des Nutzwertes der Sanierungsmaßnahmen bzw. Fremdwasserschwerpunkte (Nutzwertanalyse)

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetzemissionen sowie auf die Kläranlagenemissionen und die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Orte bzw. Fremdwasserschwerpunkte beurteilt. Da im Ortskern Warstein die Fremdwassereintritte verschiedene Ursachen haben und somit die Wichtung und die Beurteilung der Nachhaltigkeit der Sanierung sehr unterschiedlich sind, wird die Dränageeinleitung in der Bundesstraße durch Umleitung in den Westerbach gesondert bewertet.

Somit ergeben sich insgesamt sechs Bewertungsmatrizes, die im Anhang C dokumentiert sind. In Tabelle 186 und Bild 225 sind die Ergebnisse der Nutzwertermittlung tabellarisch bzw. grafisch zusammengestellt.

Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Tabelle 186: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche

Rang	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
		Abwasserabgabenrelevanz	Fremdwasserreduzierung	Kanalnetzemissionen	Kläranlagenemissionen	Immissionssituation	**Summe**
1	Warstein-Zentrum/ Rangestrang	30	36	21	20	6	**113**
2	Warstein-Zentrum, Dränageumleitung	30	38	27	10	6	**111**
3	Warstein-Schoren und Gew. Kupferhammer	0	27	0	0	6	**33**
4	Warstein-Süd-West	0	24	0	0	6	**30**
4	Warstein-Suttrop	0	24	0	0	6	**30**
6	Brauereikanal	0	28	0	0	0	**28**

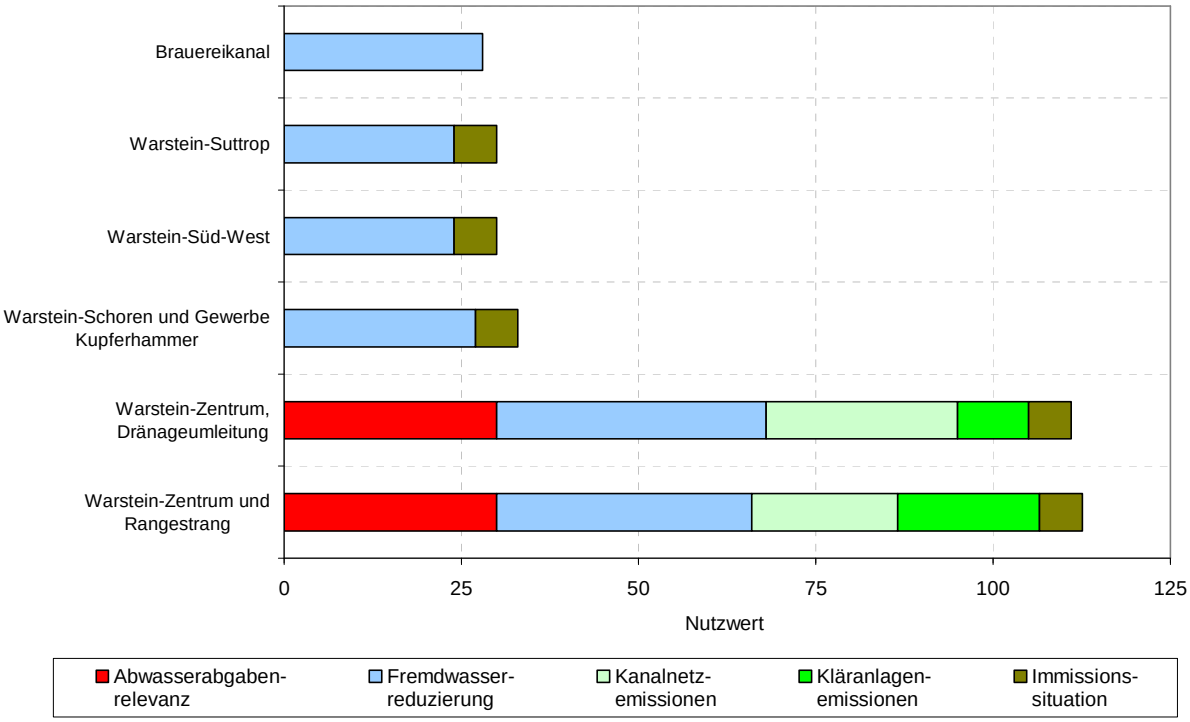


Bild 225: Zusammenstellung der Nutzwerte

Die Summe aller Fremdwasserreduzierungen mindert den Fremdwasseranteil nicht unter 50 %. Auswirkungen auf die Abwasserabgabe haben nur die Sanierungsmaßnahmen im Stadtkern mit der Umleitung der Dränage in den nahe gelegenen Westerbach und die Sanierung der Schäden im Zentrum/Rangestrang.

Für das Kriterium „Kanalnetzemissionen“ wurden das Verhältnis vom erforderlichen zum vorhandenen Beckenvolumen, die jährliche Entlastungsdauer und etwaige CSB-Reduktionen herangezogen. Für die Abschätzung der Verringerung der CSB-Emissionen wurde im Rahmen dieser Bearbeitung ein aktuelles Schmutzfrachtmodell aufgestellt, um die Auswirkungen der jeweiligen Fremdwasserreduzierungsmaßnahme besser beurteilen zu können. Auch wenn zum Zeitpunkt der Berichterstellung auf ein kalibriertes Modell verzichtet wurde, kann schon jetzt eine genauere Abschätzung der CSB-Reduktion sowie des Einflusses der Fremdwasserreduzierung auf die Entlastungsdauer der jeweiligen Behandlungsanlage im Einzugsgebiet der KA Warstein angestellt werden. Ein kalibriertes Modell wird im Anschluss an das Untersuchungsvorhaben im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung aufgestellt werden.

Bei der Bewertung der Immissionssituation im Einzugsgebiet der KA Warstein hat die Reduktion des Fremdwassers eine untergeordnete Bedeutung. Zum einen ist der Westerbach

ein leistungsstarkes Gewässer, welches die entlasteten Niederschlagswässer aufnimmt, zum anderen liegen über die kleineren Gewässer nur sehr wenige Daten vor. Eine Abschätzung, ob durch die Fremdwasserreduzierung eine Verbesserung der Gewässergüteklasse erzielt werden kann, ist nicht möglich. Für den Brauereikanal wurden bezüglich der Immissionsbewertung keine Nutzwerte erzielt, weil dieser direkt an die Kläranlage angeschlossen ist und damit keinen Einfluss auf das Gewässer bewirkt.

Ausschlaggebend für den Nutzwert sind daher vor allem die Bewertungsbereiche Fremdwasserreduzierung und teilweise die Kläranlagenemissionen. Bei der Bewertung der absoluten Reduzierung des Fremdwasseranfalls spielt neben der absoluten Menge der Fremdwasserreduzierung auch die Art der Ermittlung des spezifischen Fremdwasseranfalls eine Rolle. Der auf Sammlerstrecken bezogene spezifische Fremdwasseranfall spielt im vorliegenden Fall keine Rolle, weil keine längeren Sammlerstrecken ohne flächenhafte Anschlüsse zur Sanierung anstehen bzw. keine Sammlerstrecken mit Schäden angetroffen worden sind.

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers durch die Dränageumleitung sowie in dem Teilgebiet Warstein-Zentrum/Rangestrang eine geringfügige Verbesserung der Reinigungsleistung zwischen 1 bis 2 % erzielt werden. Basis war hierbei die Eliminationsleistung von 2007, die beim CSB bei 90 %, beim N_{ges} bei 46 % und beim P_{ges} bei 88 % lag.

Den höchsten Gesamtnutzwert haben die Sanierungsmaßnahmen am Hauptsammler durch die Umleitung der Dränage in den Westerbach und die Maßnahmen in Warstein-Zentrum/ Rangestrang, welche auch als Fremdwasserschwerpunkte erkannt worden sind. Die Sanierungsmaßnahmen in den verbleibenden Teilgebieten sowie am Brauereikanal erhalten mittelmäßige Nutzwerte, da hier im Vergleich zu den beiden Schwerpunkten weniger Fremdwasser anfällt und auch nur kleinere Schadstellen gefunden worden sind.

6.1.4.2 Abschätzung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Die sich ergebenden Nutzwert-Kosten-Verhältnisse sind in Tabelle 187 zusammengestellt. Die Kosten sind hier in Tausend-Euro und in brutto erfasst. Die sich ergebende Rangfolge orientiert sich an den aufsteigenden Nutzwert-Kosten-Verhältnissen. Bild 226 zeigt die in der Nutzwertanalyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in rot dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden. In den grau hinterlegten, nicht auffälligen Gebieten werden im Rahmen dieses Vorhabens keine Maßnahmen vorgeschlagen. Allerdings lässt sich durch gezielte weitere Untersuchungen, insbesondere der privaten Abwasserleitungen, ein weiteres

Fremdwasserreduktionspotenzial erschließen. Hierzu können insbesondere im Rahmen des Investitionsprogrammes NRW für die Sanierung privater undichter Leitungen entsprechende Fördermittel akquiriert werden.

Tabelle 187: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Rang	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Warstein-Süd-West	30	5.700	**5,3**
2	Warstein-Zentrum, Dränageumleitung	111	40.000	**2,8**
3	Brauereikanal	28	15.200	**1,8**
4	Warstein-Zentrum/Rangestrang	113	79.100	**1,4**
5	Warstein-Schoren und Gewerbe Kupferhammer	33	36.500	**0,9**
6	Warstein-Suttrop	30	43.100	**0,7**

Die Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung zeigen als erste Priorität den Bereich Warstein-Süd-West mit einem Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 5,3. An zweiter Stelle steht die Dränageumleitungsmaßnahme in der Hauptstraße mit einem Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 2,8. Dahinter folgen an dritter Stelle die Kanal- und Schachtsanierungsmaßnahmen am Brauereikanal mit einem Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 1,8, gefolgt von den Sanierungsmaßnahmen in Warstein-Zentrum/Rangestrang mit einem Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 1,4. In der Rangfolge an vorletzter und an letzter Stelle folgen die Schwerpunktgebiete in Warstein-Schoren/Gewerbe Kupferhammer und Warstein-Suttrop mit einem Nutzwert-Kosten-Verhältnis von 0,9 bzw. 0,7.

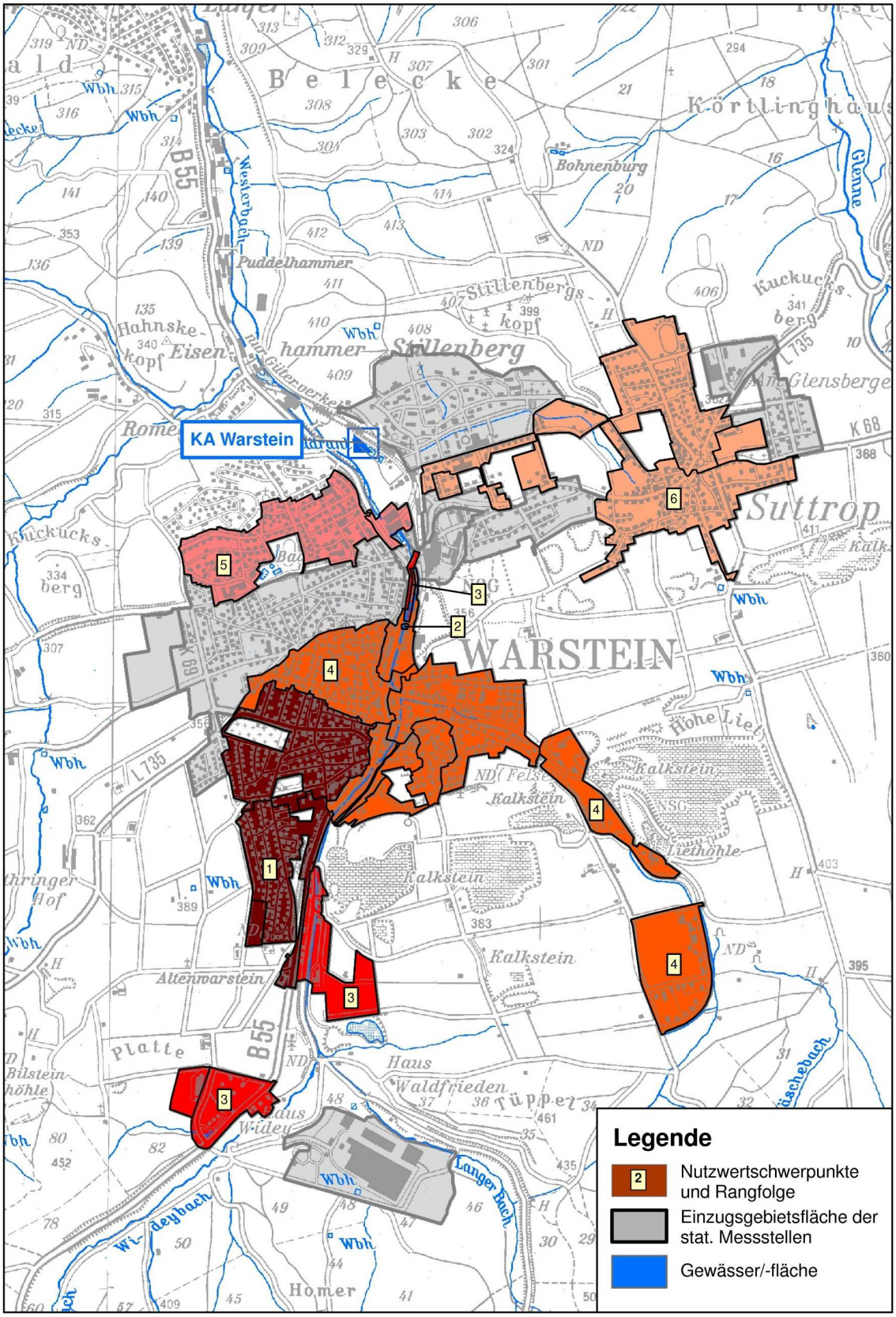


Bild 226: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

Bei den Schwerpunktgebieten Warstein-Süd-West sowie Brauereikanal handelt es sich um Kanal- und Schachtsanierungsmaßnahmen im öffentlichen Bereich von nur geringem Umfang. Vergleicht man die Ergebnisse der Nutzwert-Kosten-Analyse mit dem tatsächlich reduzierbaren Fremdwasseraufkommen, so erscheint der Nutzen vergleichsweise gering. So weisen die an erster Stelle stehenden Maßnahmen in Warstein-Süd-West sowohl verhältnismäßig geringe Kosten als auch eine kaum spürbare Fremdwasserreduktion von 1,0 l/s auf. Mit den Sanierungsmaßnahmen am Brauereikanal können 3,3 l/s Fremdwasser reduziert werden.

Für die anderen Nutzwertgebiete sind in Bild 227 in ähnlicher Form die Nutzwert-Kosten-Verhältnisse der jeweilig erreichbaren Fremdwasserreduzierung gegenübergestellt. Demnach fallen insbesondere die Schwerpunktgebiete Warstein-Zentrum mit der Dränageumleitung sowie Warstein-Zentrum/Rangestrang auf, deren Nutzwert-Kosten-Verhältnisse mit 2,8 bzw. 1,4 nur den Rang 2 und 4 ergeben. Die erreichbare Fremdwasserreduzierung stellt mit 6,7 l/s bzw. 9,1 l/s allerdings den größten Anteil im ganzen Einzugsgebiet der KA Warstein dar.

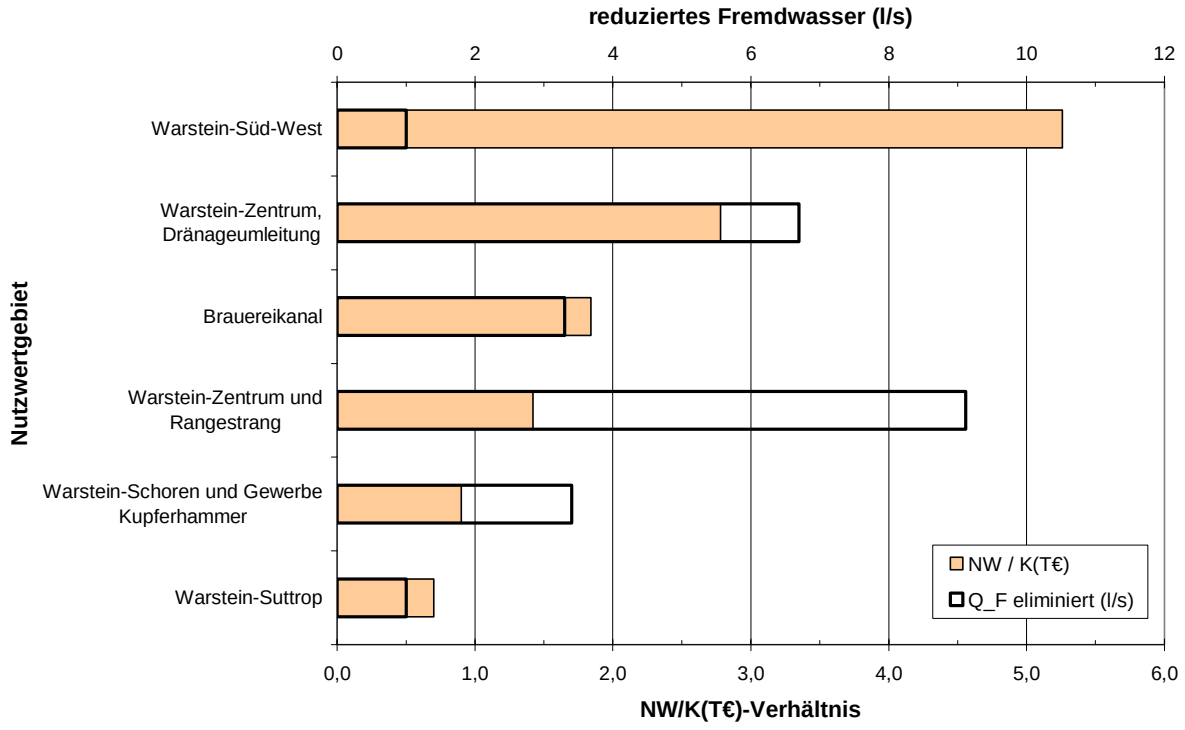


Bild 227: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Nutzwert-Kosten-Analyse und des voraussichtlich eliminierbaren Fremdwassers

6.2 KA Warstein-Belecke

6.2.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

6.2.1.1 Räumliche Lage und Topografie

Das kanalisierte Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke liegt mit seinen rd. 9.700 Einwohnern im Süden des Kreises Soest an der Bundesstraße B55 zwischen Lippstadt und Meschede (s. Bild 228). Die Topografie des betrachteten Einzugsgebietes stellt sich als typische Hügellandschaft der auslaufenden nördlichen Sauerlandhöhen dar. Die bebauten Flächen liegen zum Teil auf den Höhen, zum größeren Teil aber in den Tälern und an den Flanken der Gewässer Westerbach (Wäster), Möhne und Heve. Die Gefälleverhältnisse sind in den Hügel- und Hanglagen gut, in den Tallagen ausreichend. Die erschlossenen und kanalisierten Gebiete haben kleinstädtischen Charakter mit einer größtenteils offenen ein- bis zweigeschossigen, beiderseits der B55 drei- bis viergeschossigen Bebauung. Das Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke mit einer Gesamtfläche von $A_{E,k}$ = 470 ha setzt sich aus den nördlichen Flächen der Stadt Warstein, den Stadtteilen Belecke und Hirschberg sowie dem Ortsteil Drewer der Stadt Rüthen zusammen. Das Teileinzugsgebiet Warstein-Hirschberg wird über ein Pumpwerk und einen Transportkanal mit Anschluss an der Südspitze von Warstein-Belecke entwässert.

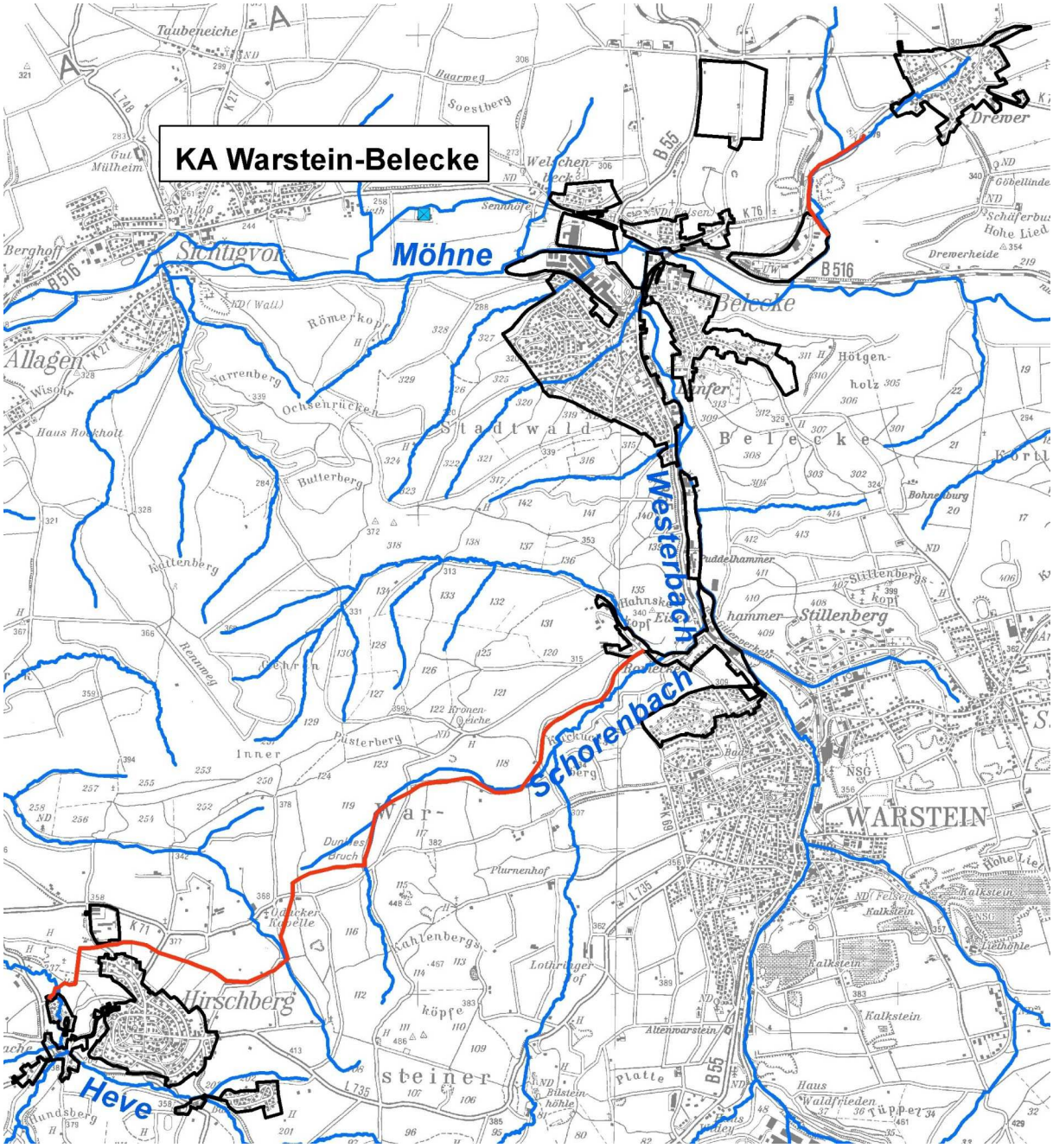


Bild 228: Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke

Die Wirtschaftsstruktur der Region ist insbesondere durch die Metallverarbeitung (Siepmann-Werke, Esser-Werke und Fa. Persta) und die Elektroindustrie (AEG und Infineon) geprägt, die sich schwerpunktmäßig an der Möhne angesiedelt haben. Weitere größere zusammenhängende Gewerbeflächen sind das Gewerbegebiet Wiebusch und der Industriepark Nord. Insgesamt können rd. 25 % des kanalisierten Gesamteinzugsgebietes als Gewerbeflächen eingeordnet werden.

6.2.1.2 Hydrologie und Hydrogeologie

Die mittlere Jahresniederschlagshöhe (2000 - 2006) im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke beträgt ca. 1.053 mm/a. Diese Niederschlagshöhe ist charakteristisch für den Randbereich des Sauerlandes und liegt über der mittleren Niederschlagshöhe des Landes Nordrhein-Westfalen.

Die Bodenkarte des geologischen Dienstes NRW [17] weist als vorherrschenden Bodentyp Braunerde mit vereinzelt Pseudogley-Kolluvisol aus. In den Außenbereichen befindet sich Kalkstein, der im Tagebau für die Zementherstellung gewonnen wird.

Entlang des Westerbaches und der Möhne überwiegt fast durchgängig Gley bzw. Auengley, ein durch Grundwasser geprägter Boden. Die unteren Bereiche des Bodens sind ständig wassergesättigt, während die oberen Bereiche Schwankungen im Wasserhaushalt unterliegen. Diese stark wasserhaltigen Böden sind gerade in den Wintermonaten für erhöhte Fremdwassereintritte verantwortlich.

Die Niederschlagsmenge im 1. Halbjahr liegt nach der 30-jährigen Statistik des DWD bei 490 mm. Der Untersuchungszeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007 lieferte mit 611 mm ca. 25 % mehr Niederschlag, wobei die Unterschiede in den Einzelmonaten teils erheblich waren. Tabelle 188 zeigt den Monatsvergleich zwischen dem Untersuchungszeitraum und der langjährigen Statistik des DWD.

Tabelle 188: Monatliche Niederschlagshöhen im EZG der KA Warstein-Belecke (Mst_50) im Vergleich zum langjährigen Mittel

Monat	2007	1961 bis 1990 DWD-Stationen Warstein-Belecke und Warstein-Hirschberg (Jahresmittelwerte)
	N [mm]	N [mm]
Januar	117	82
Februar	98	62
März	118	77
April	3	73
Mai	129	90
Juni	146	106
Summe	**611**	**490**

Der April war außergewöhnlich trocken und lieferte im Vergleich zum langjährigen Mittel ca. 93 % weniger Niederschlag. Demgegenüber waren die anderen Monate außergewöhnlich

niederschlagsreich. Im Vergleich zum langjährigen Mittel fiel zwischen 38 % (Juni) und 58 % (Februar) mehr Niederschlag.

Die mittleren Temperaturen fielen im Vergleich zum langjährigen Mittel eher überdurchschnittlich (s. Tabelle 189) hoch aus. Auch die Monate Januar und Februar fielen wärmer aus, sodass der gefallene Niederschlag in der Winterperiode nicht als Schnee hervorging und somit oberflächlich sofort zum Abfluss kam.

Tabelle 189: Mittlere Monatstemperaturen im EZG der KA Warstein-Belecke im Vergleich zum langjährigen Mittel

Monat	T [℃] Jahr 2007	T [℃] Mittelwerte der Jahre 1961 bis 1990 (DWD Station Arnsberg)
Januar	5,7	0,9
Februar	5,4	1,3
März	6,7	3,9
April	12,1	7,1
Mai	14,7	11,8
Juni	17,8	14,8

6.2.1.3 Siedlungsentwässerung

6.2.1.3.1 Allgemeine Entwässerungskenndaten

Das kanalisierte Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke weist eine Größe von insgesamt 470 ha aus. Der befestigte Anteil liegt bei 185 ha und entspricht einem mittleren Befestigungsgrad von rd. 39 %.

Die Entwässerung erfolgt zu 86 % im Misch- und 14 % im Trennverfahren. Größere Trennsysteme sind vornehmlich im Industriepark Nord sowie vereinzelt in verschiedenen Ortsteilen (Hirschberg, Belecke und Drewer) vorzufinden.

Das zuständige Wasserversorgungsunternehmen sind die Stadtwerke Warstein mit einer mittleren Abgabe von rd. 110 l/(E · d) im Jahr 2006. Darin enthalten ist auch der Anteil für das Kleingewerbe.

Das Kanalnetz umfasst insgesamt 4 Mischwasserentlastungen aus Regenüberläufen im Ortsteil Hirschberg. Darüber hinaus verfügt das Netz über insgesamt 12 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen, die sich in 10 Stauraumkanäle und 2 Regenüberlaufbecken auftei-

len. Das zur Verfügung stehende Behandlungsvolumen beträgt 5.890 m^3 und entspricht einem spezifischen Speichervolumen V_s = 35 m^3/ha bezogen auf die befestigte Fläche im Mischsystem. Laut der Schmutzfrachtberechnung aus dem Jahr 2001 [33] ist kein weiteres Behandlungsvolumen für den Prognosezeitraum (2030) erforderlich.

6.2.1.3.2 Kläranlage

Ermittlung des Fremdwasserabflusses

Im Vorfeld des Untersuchungsvorhabens wurde eine Analyse der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke vorgenommen, um eine erste orientierende Einschätzung zum Umfang des mittleren Fremdwasseranfalls und seiner jahreszeitlichen Fluktuation zu quantifizieren. Hierzu wurden die Aufzeichnungen der amtlichen Durchflussmessstelle auf der KA Warstein-Belecke für die Jahre 2000 bis 2005 hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet. Da im Jahr 2006 über einen längeren Zeitraum (Januar bis Februar) keine auswertbaren Daten vorlagen, wurde dieses Jahr nicht für die Auswertung herangezogen. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurden die in Kapitel 2.2.2 beschriebene Jahresschmutzwassermethode und die Methode des gleitenden 21-d Abflussminimums angewendet.

In Bild 229 sind die Ergebnisse der Trockenwetterauswertung und die Ermittlung des Fremdwasserabflusses nach der Jahresschmutzwassermethode in Abhängigkeit der mittleren Jahresniederschlagshöhen der Stationen Warstein, Warstein-Belecke sowie Warstein-Hirschberg dargestellt.

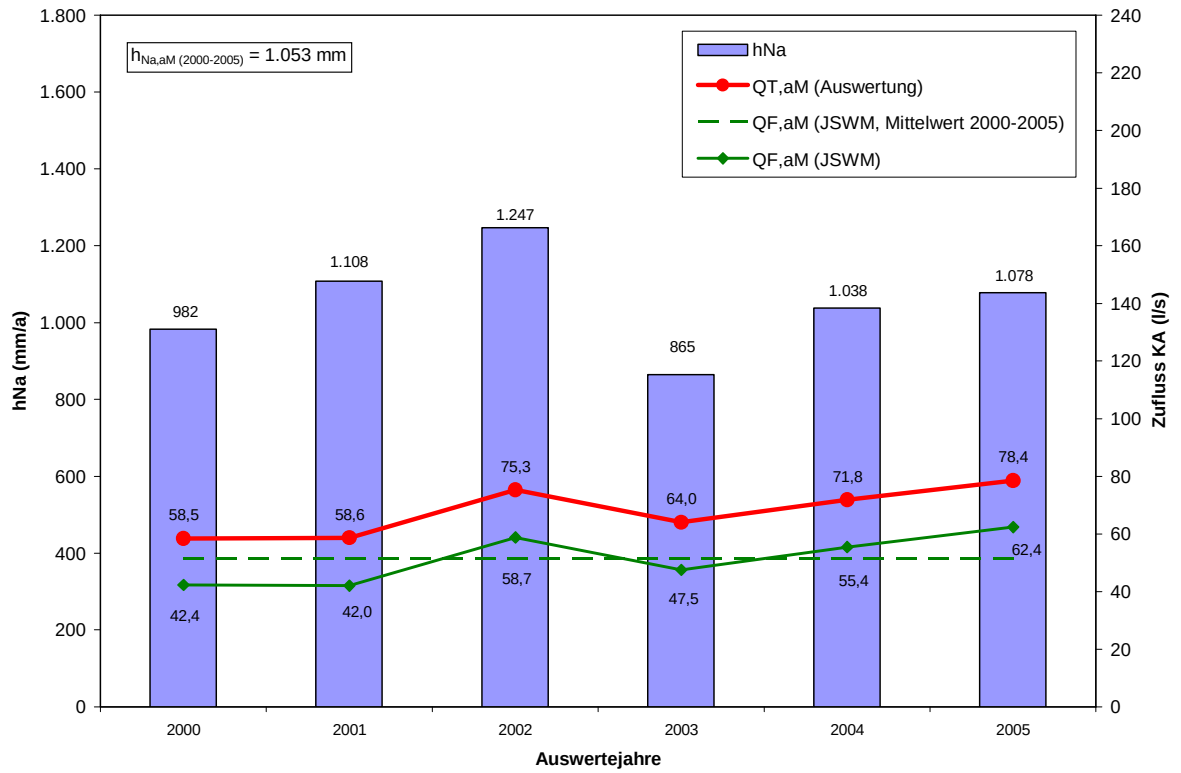


Bild 229: **Trockenwetter- und Fremdwasserabflüsse zur KA Warstein-Belecke mit mittleren Jahresniederschlagshöhen der Jahre 2000 bis 2005**

Es ist erkennbar, dass der Gesamtabfluss in regenreichen Jahren ebenso ansteigt wie der darin enthaltene Fremdwasserabfluss. Der Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses schwankt im betrachteten Zeitraum zwischen 58 und 78 l/s. Im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke beträgt der spezifische Trinkwasserverbrauch nach Angabe der Stadtwerke Warstein rd. 110 l/(E · d). Anhand der beiden Grundlagendaten errechnet sich ein häuslicher Schmutzwasseranfall von rd. 12 l/s. Der industrielle Schmutzwasserabfluss wurde aus den Veranlagungslisten des Ruhrverbandes für die einzelnen Jahre berücksichtigt. Hierbei ist die AEG-Elektrofotografie mit einer Schmutzwassermenge von rd. 3,5 l/s besonders zu erwähnen, während die Siepmann-Werke und die Fa. Gramm Technik GmbH lediglich eine Schmutzwassermenge von rd. 0,5 l/s einleiten. Alle anderen kleingewerblichen Abflüsse sind bereits im spezifischen Trinkwasserverbrauch enthalten. Der Unterschied des Trockenwetterabflusses der einzelnen Jahre ist daher überwiegend auf den Fremdwasseranfall zurückzuführen, der zwischen 42 l/s und 62 l/s schwankt und i. M. bei 51 l/s liegt.

Die jahreszeitliche Variabilität des Fremdwasseraufkommens wird in Bild 230 und Bild 231 deutlich. Exemplarisch ist das Fremdwasseraufkommen eines nassen (2002) und eines trockenen Jahres (2003) dargestellt. Ausgangspunkt ist zunächst der Fremdwasserabfluss als

Jahresmittel nach der Jahresschmutzwassermethode (im Mittel der Jahre 2000 - 2005). Dem gegenübergestellt sind die Fremdwasserabflüsse nach der Methode des gleitenden 21-d Minimums im monatlichen und jährlichen Mittel.

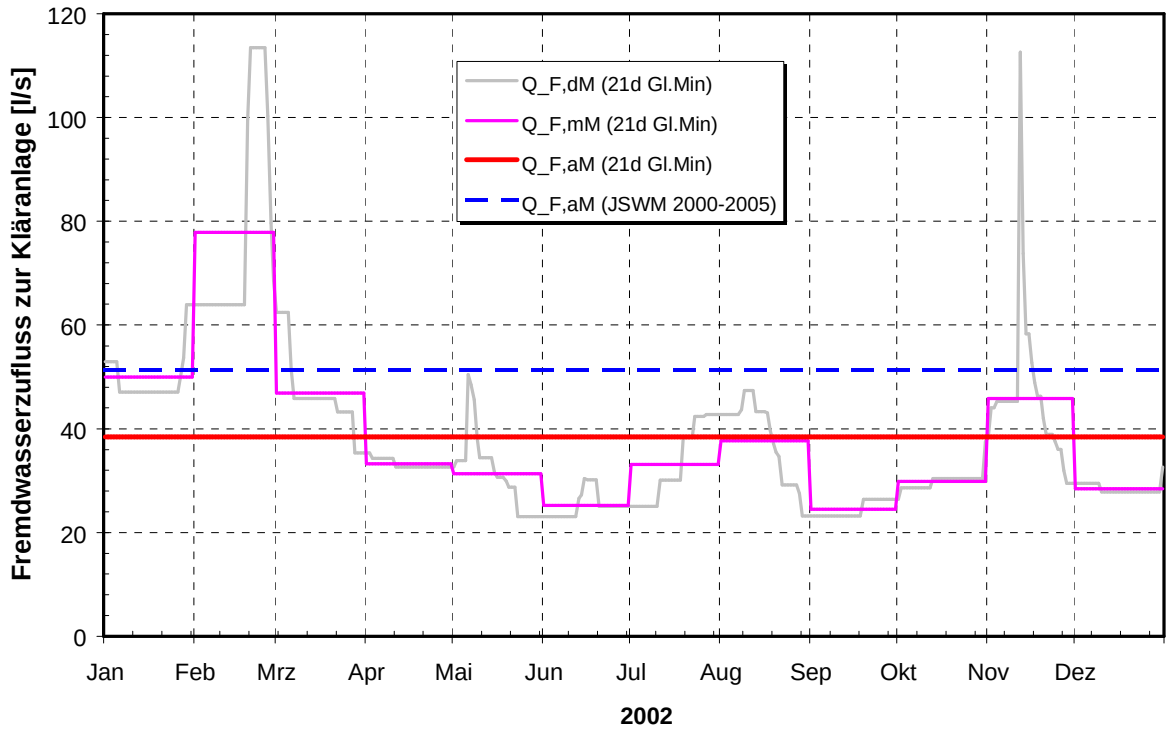


Bild 230: Jahresgang des Fremdwasserabflusses im EZG der KA Warstein-Belecke in einem nassen Jahr 2002 mit h_{Na} = 1.247 mm

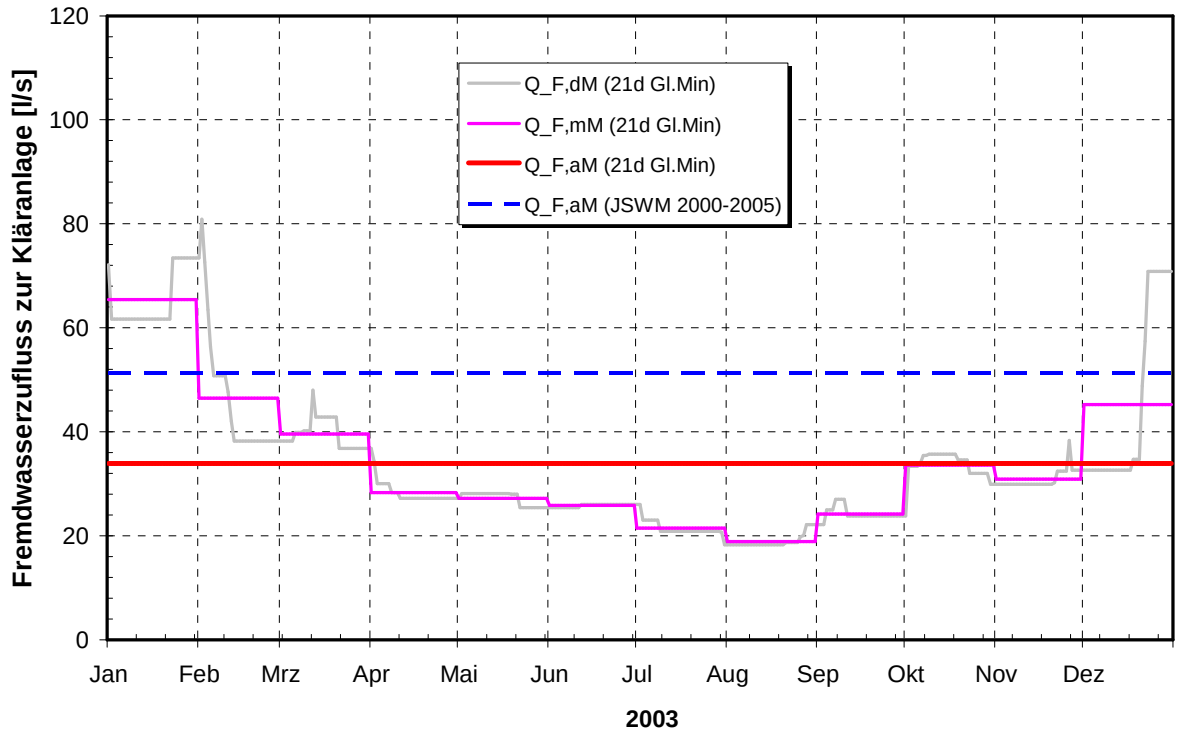


Bild 231: Jahresgang des Fremdwasserabflusses im EZG der KA Warstein-Belecke in einem trockenen Jahr 2003 mit h_{Na} = 865 mm

Die Schwankungen der Monatsmittelwerte innerhalb eines Jahres sind in beiden Jahren stark ausgeprägt. Im Jahr 2002 schwanken die Abflüsse zwischen 25 l/s im Juni bzw. September und 78 l/s im Februar, im trockenen Jahr 2003 zwischen 19 l/s im August und 65 l/s im Januar.

Die Ursache für die jahreszeitliche Variabilität ist auf die hydrologischen Randbedingungen zurückzuführen. Durch die geringere Verdunstung im Winterhalbjahr führen die Niederschläge zu einer direkten Anreicherung des Bodenwasserhaushaltes und damit zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels. Aufgrund dessen ist die Infiltration in die Kanalisation höher als im Sommer. Erfahrungsgemäß gehen länger andauernde Regenereignisse im Winter mit einem ausgeprägten Fremdwassernachlauf einher.

Die Kenndaten und Fremdwasserauswertungen zu dem Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke sind in Tabelle 190 als Mittelwerte über die Jahre 2000 bis 2005 zusammengefasst.

Tabelle 190: Zusammenstellung der maßgeblichen Kenngrößen im EZG der KA Warstein-Belecke als Mittelwerte (2000 – 2005)

Abflusskenngrößen		Einheit	Mittelwerte
Jahresniederschlagshöhe	h_{Na}	mm/a	1.053
Jahresschmutzwassermenge	JSWM	m^3/a	2.136.757
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,aM}$	l/s	67,8
Einwohner	E	E	9.721
Einwohnerspez. Trinkwasserverbrauch	$w_{d,aM}$	l/(E · d)	110
Häuslicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{H,aM}$	l/s	12,4
Gewerblicher Schmutzwasserabfluss	$Q_{G,aM}$	l/s	4,0
Schmutzwasserabfluss	$Q_{S,aM}$	l/s	16,4
Einwohnerspez. Trockenwetterabflussspende	q_T	l/(E · d)	568
Fremdwasserabfluss (JSWM)	$Q_{F,aM}$	l/s	51,4
Fremdwasserabfluss (gl. 21-d Minimum)	$Q_{F,aM}$	l/s	38,4
Fremdwasserabflussspende (JSWM)	q_F	l/(s · $ha_{AE,b}$)	0,28
Fremdwasserzuschlag (JSWM)	FWZ	%	315

Die hohe einwohnerspezifische Trockenwetterabflussspende (q_T) und der Fremdwasserzuschlag (FWZ) weisen das Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke als fremdwasserbelastet aus. Auch die Fremdwasserabflussspende q_F bezogen auf die befestigte Fläche im Einzugsgebiet liegt mit 0,28 l/(s · $ha_{AE,b}$) deutlich über dem im ATV-Arbeitsblatt A 128 genannten oberen Anhaltswert von 0,15 l/(s · $ha_{AE,b}$).

Reinigungsleistung der Kläranlage

Geringe Zulaufkonzentrationen zur Kläranlage sind ein weiteres Indiz für einen erhöhten Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet. So gibt die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 [11] charakteristische Konzentrationswerte für die Parameter CSB, TKN und P an, deren Unterschreitung infolge der Verdünnung einen Indikator für einen erhöhten Fremdwasseranfall (FWZ >100 %) darstellt. Höhere Zulaufkonzentrationen beim Parameter Nitrat (NO_3-N) deuten auf einen grundwasserbedingten Abfluss von Fremdwasser hin, da Grundwasser infolge landwirtschaftlich genutzter Flächen i. d. R. eine entsprechende Nitratbelastung aufzeigt.

Exemplarisch sind in Tabelle 191 die Zulaufkonzentrationen der KA Warstein-Belecke über die Jahre 2000 bis 2006 ausgewertet und den Indikatoren der DWA-Arbeitsgruppe gegenübergestellt.

Tabelle 191: Zulaufkonzentrationen zur KA Warstein-Belecke (Zeitraum 2000 – 2006)

Parameter	Mittelwert [mg/l]	85-Perzentil [mg/l]	Indikator für einen kritischen Fremdwasseranfall nach [11]
CSB	204	296	< 400 mg/l
TKN	28,4	35,5	< 35 mg/l
P_{ges}	3,5	4,5	< 6 mg/l

Auf der KA Warstein-Belecke liegt bei nahezu allen Parametern eine Verdünnung der Zulaufkonzentrationen vor. Sowohl die Mittelwerte als auch die 85-Perzentile liegen allesamt nahe bzw. unterhalb der Indikatorgrenze. Die Verdünnung des Abwassers im Zulauf der KA Warstein-Belecke lässt auf einen Einfluss von Fremdwasser schließen.

In Tabelle 192 sind die mittleren Wirkungsgrade der Frachtelimination für die KA Warstein-Belecke (Größenklasse 4) für die Parameter CSB, N_{ges} (≥12 °C) und P_{ges} im Jahr 2007 zusammengestellt.

Tabelle 192: Mittlere Wirkungsgrade der Frachtelimination der KA Warstein-Belecke im Jahr 2007

Parameter	mittlerer Wirkungsgrad der Frachtelimination [%]
CSB	81
N_{ges} (≥12 °C)	46
P_{ges}	83

6.2.1.3.3 Kanalnetz

Zustandserfassung nach SüwV Kan

Die digitalen Kanalkataster der Städte Warstein und Rüthen (Ortsteil Drewer) lagen zur Festlegung der Messstellen komplett vor. Das Kanalnetz der Stadt Warstein ist in den letzten 10 bis 15 Jahren und das der Stadt Rüthen in den letzen 8 bis 10 Jahren TV-inspiziert und gemäß den ISYBAU-Spezifikationen schadensklassifiziert worden.

Einstau- und Entlastungssituation der Regenbecken

Für die NWB-Anlagen SK Drewer, RÜB I Hirschberg, Am Pumpwerk, SK IV Schützenhalle, SK V Siepmann, RÜB I Gummierungswerk und SK II Hirschberg, Bache liegen zum Teil Aufzeichnungen über Einstaudauern und Entlastungshäufigkeiten für die Jahre 1999 bis 2006 vor. Die Daten vom SK II Esser-Werke und SK III Paul-Gerhard-Straße konnten wegen un-

plausibler Daten und zu großen Fehlzeiten nicht ausgewertet werden. Bild 232 zeigt das Kollektiv des vorliegenden Datenmaterials für die betrachteten NWB-Anlagen.



Bild 232: Datenkollektiv der Wasserstandsmessungen an den NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke

Die Auswertung der Einstaudauern in Bild 233 zeigt, dass das RÜB I Hirschberg, Am Pumpwerk mit 71 d/a am häufigsten einstaut. Demgegenüber weisen der SK Drewer und das RÜB I Warstein-Belecke, Gummierungswerk mit 5 d/a bzw. 8 d/a die geringsten mittleren Einstaudauern auf. Die übrigen NWB-Anlagen liegen mit 31 d/a bzw. 37 d/a dazwischen.

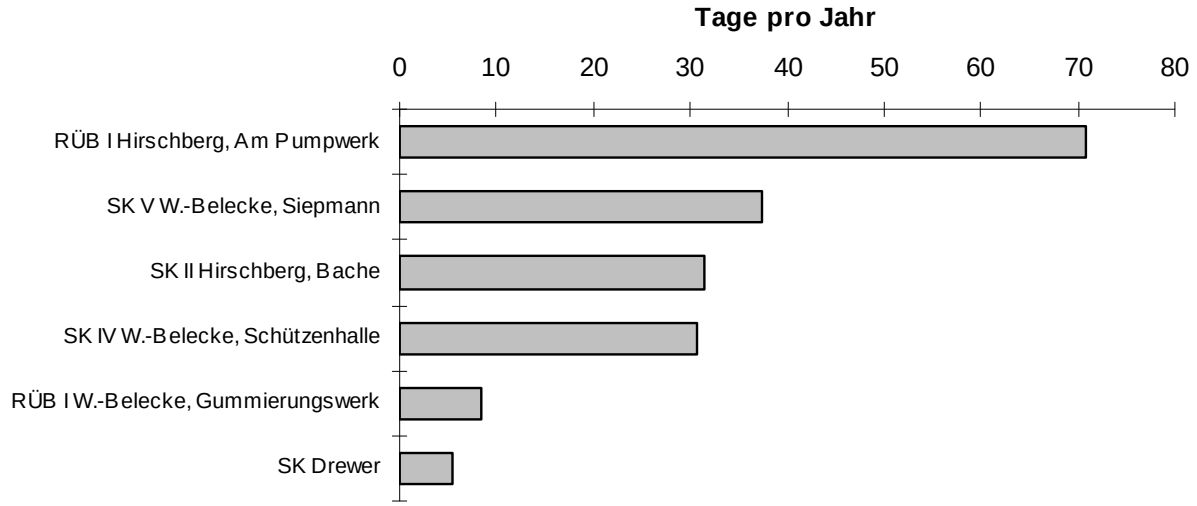


Bild 233: Einstaudauern der NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke im Jahresmittel (1999 – 2006)

Auch bei den Entlastungsdauern (s. Bild 234) zeigt der Vergleich die gleiche Tendenz wie schon zuvor bei den Einstaudauern. Während das RÜB I Hirschberg, Am Pumpwerk mit 33 d/a entlastet, kann für das RÜB I, Warstein-Belecke, Gummierungswerk keine mittlere Entlastungsdauer abgelesen werden. Anhand der Wasserstandsmessungen kann somit ein erhöhter Fremdwasseranfall im Bereich Hirschberg abgeleitet werden, während bei den übrigen Bauwerken keine direkte Einschätzung bezüglich eines erhöhten Fremdwasseranfalls erfolgen kann.

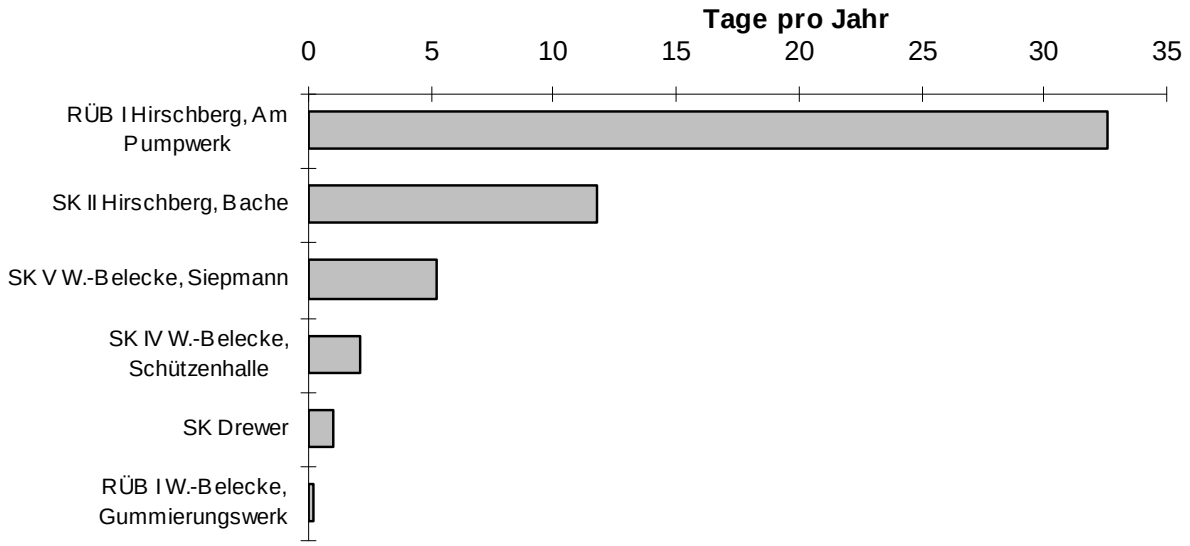


Bild 234: Entlastungsdauern der NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke im Jahresmittel (1999 – 2006)

6.2.1.3.4 Immissionssituation der Gewässer

Die größten Gewässer im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke sind der Westerbach (Wäster), der oberhalb von Warstein an der Gemeindegrenze zur Stadt Meschede entspringt, und die Möhne, die im Hochsauerlandkreis am Südrand von Brilon entspringt. Bei Günne wird der Fluss zum Möhnesee aufgestaut und fließt bei Neheim-Hüsten in die Ruhr.

Die KA Warstein-Belecke leitet ihr gereinigtes Abwasser in die Möhne ein. Die NWB-Anlagen in Hirschberg leiten in die Heve (Bache) ein, die wiederum in den Hevesee mündet. Der SK Drewer leitet in die Große Dumecke ein, die unterhalb des Gewerbegebietes Wiebusch in die Möhne mündet. Die übrigen NWB-Anlagen leiten je nach Lage in den Westerbach bzw. in die Möhne ein.

Im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke sind der Westerbach, die Möhne und die Heve (Bache) dem Fließgewässertyp großer Talauebach im Grundgebirge und die Große Dumecke dem Fließgewässertyp kleiner Talauebach im Grundgebirge zugeordnet.

Im Ruhrgütebericht 2006 [39] sind der Westerbach und die Möhne durchgängig als mäßig belastet (Gewässergüteklasse II) eingestuft worden, die Heve wurde der Gewässergüteklasse I-II zugeordnet, die Große Dumecke wurde nicht bewertet.

Für die Beurteilung der Immissionssituation der Gewässer im Einzugsgebiet wird auf die im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Bestandsaufnahme der Wasserkörper mit Einzugsgebieten > 10 km² zurückgegriffen [42]. Darin wurden die bestehenden Belastungen von der Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltung Hagen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässer beurteilt. Mit Hilfe der Bestandsaufnahme soll beurteilt werden, ob es eindeutige Hinweise auf den Einfluss von Niederschlags- bzw. Abwassereinleitungen auf das Gewässer gibt.

Für den Westerbach, die Möhne, die Heve und die Große Dumecke liegen im Rahmen der Bestandsaufnahme der EU-WRRL [14] Gefährdungsabschätzungen für den ökologischen Zustand vor.

Der Westerbach wurde von der Quelle bis unterhalb von Warstein hinsichtlich der Gewässergüte und der Gewässerstrukturgüte als unkritisch eingestuft, was eine Zielerreichung des guten Zustandes wahrscheinlich macht. Im weiteren Verlauf zwischen dem kanalisierten Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke bis zur Mündung in die Möhne (DE_NRW_27624_0) ist die Zielerreichung des guten Zustandes als unwahrscheinlich einzustufen. Zwar weist die Gewässergüte überwiegend die Güteklasse II auf, allerdings bestehen in Bezug auf die Gewässerstrukturgüte erhebliche Defizite.

Die Möhne wurde im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke (DE_NRW_2762_22439) hinsichtlich der Gewässergüte und der Gewässerstruktur als unkritisch eingestuft. Trotzdem ist die Zielsetzung des guten Zustandes als unwahrscheinlich einzustufen, da die chemisch-physikalischen Komponenten als schlecht oder unklar bewertet wurden.

Die Große Dumecke (DE_NRW_276232_0) weist ein Defizit in der Gewässerstruktur auf. In Verbindung mit dem unklaren chemischen Zustand ist auch hier die Zielsetzung des guten Zustandes als unwahrscheinlich einzustufen.

Lediglich bei der Heve (DE_NRW_27626_895), die bis kurz vor der Mündung in die Möhnetalsperre hinsichtlich der Gewässergüte und der Gewässerstruktur als unkritisch eingestuft wurde, ist die Zielsetzung des guten Zustandes unklar. Dies begründet sich lediglich aus den unklaren chemisch-physikalischen Komponenten.

Veranlasst durch die von der BR Arnsberg erteilten befristeten Sanierungsverfügungen für Einleitungsstellen im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke hatte der Ruhrverband eine Untersuchung der Einleitungsstellen im geschlossenen Siedlungsgebiet (inkl. des EZG der KA Warstein) gemäß dem BWK-M3 nach dem vereinfachten Verfahren durchgeführt.

Beispielhaft wurde für das Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke und der KA Warstein eine orientierende ökologische Untersuchung durchgeführt. Gewählt wurden im scheinbar besonders stark durch NWBA-Einleitungen belasteten Westerbach, in der Heve und in der Möhne insgesamt 17 Stellen. Hier wurden im Bereich Gewässerstrukturgüte die Kenngrößen Sohlstruktur und Querprofil sowie – basierend auf diesen Größen und unter Berücksichtigung von Zuflüssen und deren Naturnähe sowie von Wanderhindernissen – das Wiederbesiedlungspotenzial (WBP) im Sinne vom BWK-M3 ermittelt. Das WBP wird als zusätzliche Qualitätskomponente für den jeweiligen Gewässerabschnitt betrachtet. Die Untersuchung der Biozönose hatte ein überraschend breites Artenspektrum und keine auffallenden Unterschiede beim jeweiligen oberhalb-/unterhalb-Vergleich der Einleitungsstelle sowie beim Vergleich mit der Referenz ergeben.

Im Jahr 2005 sind von der Bezirksregierung Arnsberg, Umweltverwaltung Lippstadt an fünf Stellen im System des Westerbaches „AQEM“-Untersuchungen (heute PERLODES) durchgeführt worden. Zusätzlich wurden vom Ruhrverband die Ergebnisse von Trübungsmessungen an 10 Tagen im Juli 2006 an verschiedenen Probestellen im Umfeld der Einleitungsstelle der KA Warstein analysiert.

Es wurde für den Westerbach der „gute ökologische Zustand“ festgestellt. Nach BWK-M3 ist dies das Abbruchkriterium für weitere Betrachtungen, unabhängig vom Ergebnis aller Berechnungen bzgl. hydraulischer und stofflicher Belastung. Die detailreichen Auswertungen sind in [38] dokumentiert. Eine negative Beeinträchtigung aufgrund der neun Mischwassereinleitungen im Gesamtverlauf des Westerbaches ist nicht festzustellen.

6.2.1.4 Bekannte Fremdwasserschwerpunkte im Einzugsgebiet

Zu Beginn des Fremdwasseruntersuchungsprogramms waren den Stadtwerken Warstein kaum Fremdwasserschwerpunkte bekannt. So stand lediglich das Einzugsgebiet Hirschberg im Verdacht, hohe Fremdwasserzuflüsse aufzuweisen.

6.2.2 Quantifizierung und Lokalisierung von Fremdwasser

Mit den bislang vorliegenden Informationen aus der langjährigen Vorauswertung ist noch keine kleinräumige Quantifizierung und Lokalisierung des Fremdwasseranfalls möglich. Daher wurden im 1. Halbjahr 2007 detaillierte Kanalisationsmesskampagnen durchgeführt. Das Messprogramm und die verwendeten Messgeräte werden nachfolgend beschrieben.

6.2.2.1 Messprogramm

Im Rahmen des Messprogramms wurden insgesamt 9 stationäre Messsysteme für die Dauer der Messkampagne eingebaut. Zusätzlich konnte während der Messphase auf 3 vorhandene stationäre Messeinrichtungen des Ruhrverbandes zurückgegriffen werden. Insgesamt ergaben sich damit für das Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke:

- 12 Durchflussmesssysteme,
- 1 Klimastation und 1 Regenschreiber,
- 12 Wasserstandsmessungen,

deren Daten für die Auffindung von Fremdwasserschwerpunkten herangezogen werden konnten.

6.2.2.1.1 Stationäre Durchflussmengenmessungen und Handmessungen

Das Messprogramm zur Quantifizierung und Lokalisierung der Fremdwasserquellen wurde mit den Stadtwerken Warstein abgestimmt und zwischen Anfang Dezember 2006 und Anfang Juli 2007 durchgeführt. Die Anordnung der Messstellen orientiert sich an der Struktur des Einzugsgebietes, das neben dem langgestreckten Ortskern über drei weitere Teileinzugsgebiete verfügt (Ortsteile Hirschberg und Drewer sowie Industriepark Nord), die über längere Sammler entwässern. So wurden im Bereich des Ortskerns an markanten Stellen des Kanalnetzes sowohl im Hauptsammlerbereich entlang des Westerbaches als auch entlang der Möhne weitere Messstellen eingerichtet. Mengenmessstellen an den Drosselbauwerken lagen lediglich am SK II Hirschberg, Bache vor und wurden in das Messpro-

gramm einbezogen. Zusätzlich konnten am PW Hirschberg über einen vorhandenen Datenlogger die Pumpenlaufzeiten erfasst werden.

In Bild 235 ist die Anordnung der Durchflussmessstellen im Einzugsgebiet schematisch dargestellt. Ergänzend wurden einige Kenndaten des jeweiligen Teileinzugsgebietes aufgeführt. Die Flächendaten und Einwohnerzahlen hätten zwar der Schmutzfrachtberechnung von 2001 [33] entnommen werden können, wurden allerdings im Rahmen der Messkampagne bezogen auf die Anordnung der Messstellen neu erhoben. Eine Übersicht aller Abflusskenndaten liefert Tabelle 193.

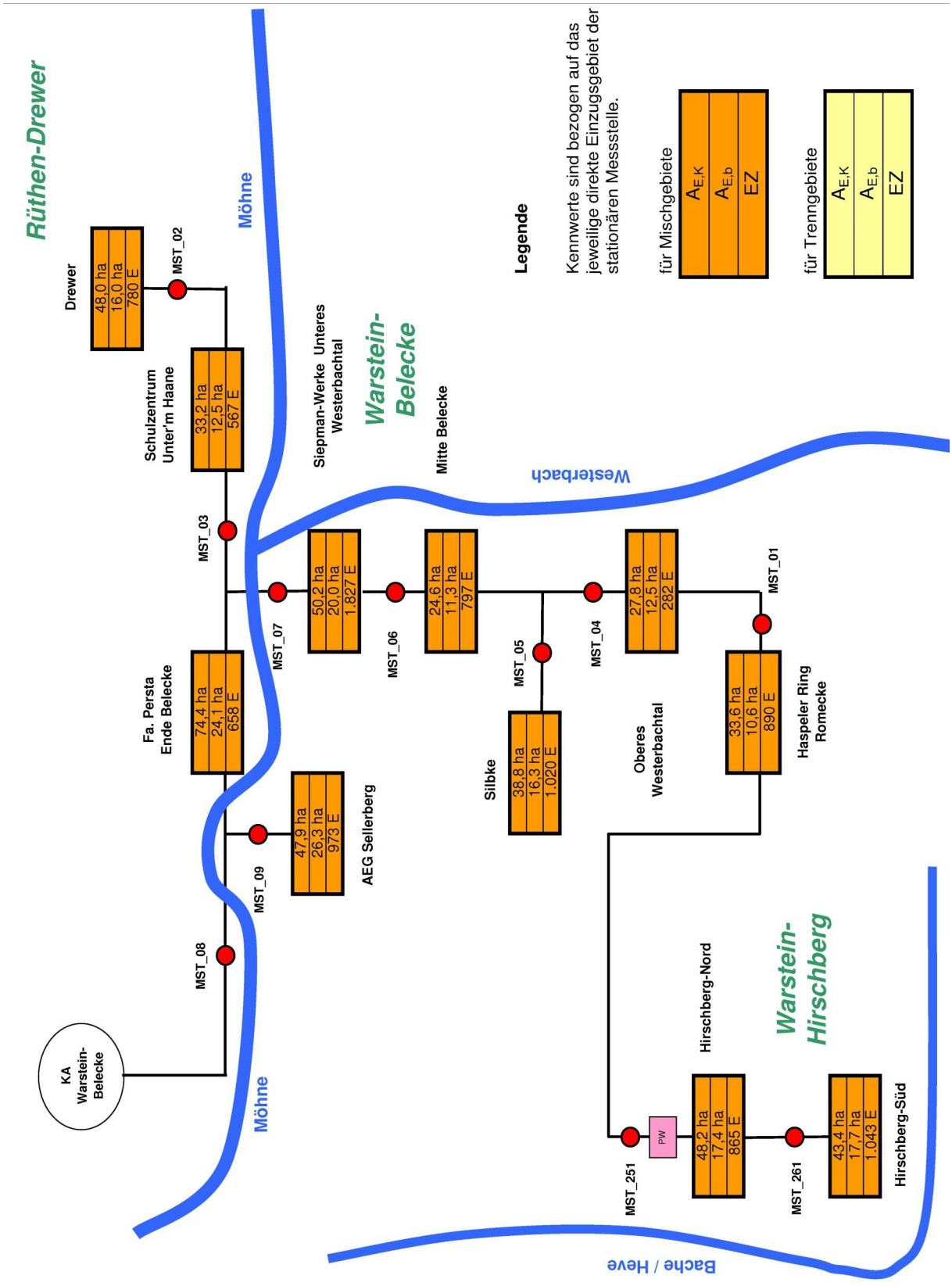


Bild 235: **Fließschema mit stationären Durchflussmessstellen und Gebietskennzahlen im EZG der KA Warstein-Belecke**

Tabelle 193: Messstellenkenndaten im EZG der KA Warstein-Belecke

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	$Q_{H,aM}$ [l/s]		$Q_{G,aM}$ [l/s]		$Q_{S,aM}$ [l/s]	
		gesamt	direkt	gesamt	direkt	gesamt	direkt
Mst_01	Haspeler Ring/Romecke	3,6	1,1	-	-	3,6	1,1
Mst_02	Rüthen-Drewer	1,1	1,1	-	-	1,1	1,1
Mst_03	Schulzentrum/Unter'm Haane	1,9	0,9	-	-	1,9	0,9
Mst_04	Oberes Westerbachtal	4,0	0,5	0,3	0,2	4,3	0,7
Mst_05	Silbke	1,2	1,2	-	-	1,2	1,2
Mst_06	Mitte Belecke	4,9	1,0	0,3	-	5,2	1,0
Mst_07	Siepmann-Werke/ Unteres Westerbachtal	8,4	2,2	0,3	-	8,7	2,2
Mst_08	Fa. Persta/Ende Belecke	12,4	0,9	4,2	0,2	16,6	1,1
Mst_09	AEG/Sellerberg	1,1	1,1	3,8	3,8	4,9	4,9
Mst_250	Ablauf KA Warstein-Belecke	12,4	-	4,2	-	16,6	-
Mst_251	Hirschberg gesamt	2,4	1,1	0,1	0,1	2,5	1,2
Mst_261	Hirschberg-Süd	1,4	1,4	-	-	1,4	1,4

Die einzelnen Messstellen werden nachfolgend beschrieben. Die Lage der Messstellen ist unter den o. g. Messstellennummern im Übersichtsplan im Anhang A ersichtlich.

Alle Messstellen erfassten überwiegend Abflüsse aus Mischsystemen. Die Mst_261 erfasste das Direkteinzugsgebiet am SK II Hirschberg, Bache. Danach schloss sich am PW Hirschberg die Mst_251 an, mit der die Zuflüsse aus den restlichen Teileinzugsgebieten von Hirschberg-Nord erfasst wurden. Die Mst_01 am südlichen Anfang des Gesamteinzugsgebietes erfasste neben dem Abfluss vom PW Hirschberg zusätzlich das kleinere Trenngebiet Hirschberg, Kalköfen und die Mischgebiete Romecke und Haspeler Ring. Nach dem SK II Esser-Werke wurde im Hauptsammler die Mst_04 eingebaut. Die Mst_05 diente zur Erfassung der linksseitigen Zuflüsse aus dem Teileinzugsgebiet Silbke. Im weiteren Verlauf des Hauptsammlers nach dem SK III Paul-Gerhard-Straße lag die Mst_06. Nach Abzug der Zuflüsse der Mst_04 und der Mst_05 sollte der Zufluss aus den TEZG Hamacher Ring, Westerberg und Probsteinweg (Mitte Belecke) ermittelt werden. An der Mst_07 unmittelbar hinter dem SK IV Schützenhalle wurde der Gesamtzufluss aus dem südlichen Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke ermittelt.

Im östlichen Einzugsgebiet konnte an der Mst_02 hinter dem SK Drewer der Zufluss aus dem Ortsteil Rüthen-Drewer ermittelt werden. Im weiteren Verlauf des Sammlers aus Drewer lag hinter dem SK VI GE-Wiebusch die Mst_03 zur Erfassung der Zuflüsse.

Die Mst_09 wurde hinter dem SK IX AEG eingebaut. Neben den Abflüssen aus den Industriegebieten AEG und Siepmann-Werke wurden auch die der unterhalb liegenden Wohnbebauung Sellerberg erfasst.

Durch die Mst_08 unmittelbar vor der KA Warstein-Belecke wurde der Gesamtzufluss zur Kläranlage ermittelt. Nach Abzug der Ergebnisse der Mst_03, Mst_07 und Mst_09 konnte der Zufluss aus dem nördlichen Einzugsgebiet (Fa. Pertsa, Ende Belecke) bestimmt werden. Die Mst_250 im Ablauf der KA Warstein-Belecke diente zur Überprüfung der Mst_08.

In Tabelle 194 folgt eine Auflistung aller Abflussmessungen mit Ein- und Ausbaudatum, Laufzeit und Art des Messgerätes. Unterbrechungen der Messaufzeichnungen, z. B. durch Spannungsabfall oder durch beschädigte Messsonden, führen zu Datenlücken, sodass Mess- und Laufzeit teilweise voneinander abweichen.

Tabelle 194: Übersicht der Abflussmessungen im EZG der KA Warstein-Belecke

Mst.-Nr.	Messstellenbezeichnung	Messgerät	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_01	Haspeler Ring/Romecke	UGSH	06.12.06	02.07.07	208	208
Mst_02	Rüthen-Drewer	UGSH	06.12.06	02.07.07	208	208
Mst_03	Schulzentrum/Unter'm Haane	UGSH	18.12.06	02.07.07	196	196
Mst_04	Oberes Westerbachtal	UGSH	06.12.06	02.07.07	208	185
Mst_05	Silbke	UGSH	06.12.06	02.07.07	208	208
Mst_06	Mitte Belecke	UGSH	06.12.06	02.07.07	208	198
Mst_07	Siepmann-Werke/Unteres Westerbachtal	UGSH	08.12.06	02.07.07	206	204
Mst_08	Fa. Persta/Ende Belecke	UGSH	11.12.06	02.07.07	203	203
Mst_09	AEG/Sellerberg	UGSH	19.12.06	02.07.07	195	195
Mst_250	Ablauf KA Warstein-Belecke	MID	vorhanden	-	183	183
Mst_251	Hirschberg gesamt	Pumpe	vorhanden	-	179	162
Mst_261	Hirschberg-Süd	MID	vorhanden	-	210	171

Die gewonnenen Abflussmessdaten jeder Messstelle wurden einer umfangreichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Zunächst erfolgte eine visuelle Prüfung verschiedener Messreihen, wie z. B. Wasserstands- und Abflussmessung. Als Nächstes wurden die Messdaten durch Vergleichsmessungen kalibriert und schließlich eine Summenkontrolle der Abwassermenge nach Vereinigungen durchgeführt. Abschließend wurden alle Messstellen aufgrund ihrer Auf-

zeichnungsqualität bewertet. Die Datenqualität wurde bis auf die Mst_05 und Mst_06 als „sehr gut“ oder „gut“ eingestuft. Bei der Mst_05 konnten die Werte aufgrund der schießenden Abflüsse bei Regenwetter und den zusätzlich bei Trockenwetter auftretenden geringen Wasserständen nur eingeschränkt als Anhaltswerte für die weitere Auswertung verwendet werden. An der Mst_06 waren die Abflusswerte infolge verstärkter Ablagerungen in Verbindung mit Rückstau nur bedingt geeignet. Im Rahmen der Auswertung zeigte sich, dass die Mst_261 bei Abflüssen unterhalb der Drosselwassermenge ebenfalls unbrauchbare Werte lieferte. Hierbei handelt es sich um ein ungedükertes MID des SK II Hirschberg, Bache. Die gemessenen Daten mussten daher nachträglich als unplausibel eingestuft werden. Eine Überprüfung der Mst_08 (Ende Belecke, Gesamtzufluss zur KA Warstein-Belecke) mit der Mst_250 (Abfluss der Kläranlage) zeigte, dass die Mst_250 ständig geringfügig kleinere Ergebnisse aufzeigte, was nur zum Teil mit Messungenauigkeiten innerhalb der Toleranzgrenze und unterschiedlichen Messsystemen begründet werden kann. Da die Messergebnisse der Mst_08 mit denen der vorliegenden Messstellen plausibel waren, wurde die Mst_250 daher im Rahmen der weiteren Betrachtung nicht weiter berücksichtigt.

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in Warstein-Belecke zwischen dem 17.01.2007 und dem 27.06.2007 an 9 Tagen Handmessungen zur Erfassung des momentanen Durchflusses im Kanal durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere die Gebiete näher untersucht, die im Rahmen des Messprogramms als Fremdwasserschwerpunkte identifiziert wurden. Anzumerken ist, dass der gemessene Wert nur eine Momentaufnahme des Abflusses ist. Aussagen über evtl. Niederschlagsnachläufe oder den Schmutzwassertagesgang können nicht gemacht werden. Um möglichst verlässliche Daten zu bekommen, wurden die Handmessungen zum Teil ein- bis zweimal wiederholt.

6.2.2.1.2 Niederschlags- und Klimamessungen

Um die Abhängigkeit zwischen gefallenem Niederschlag und Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, sind Niederschlagsmessungen zur Differenzierung von Trockenwetter- und Regenwettertagen sowie Temperaturaufzeichnungen zur Bestimmung von Schneefalltagen und Tauwasserabflüssen erforderlich. Da die Niederschlagsmenge und –intensität insbesondere bei kräftigen Sommerereignissen sehr unterschiedlich sein können, wurde auf dem Kläranlagengelände eine Klimastation (Mst_51) und in Warstein-Hirschberg (Mst_50) ein Regenschreiber aufgestellt. In Tabelle 195 sind die Messstellen mit den Ein- und Ausbaudaten zusammengefasst.

Tabelle 195: Überblick über die Niederschlagsmessstellen im EZG der KA Warstein-Belecke

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_50	Regenschreiber Hirschberg	05.12.2006	01.07.2007
Mst_51	Klimastation KA Belecke	05.12.2006	02.07.2007

Neben den während der Messkampagne ausgelesenen Niederschlagsschreibern wurde zur Einordnung der Niederschlagssummen das langjährige Mittel der Jahre 1961 bis 1990 ausgewertet. Dazu wurden die der KA Warstein-Belecke zugeordneten Niederschlagsmessstationen (Warstein-Belecke und Warstein-Hirschberg) herangezogen. In Tabelle 196 sind die monatlichen Niederschlagshöhen und das langjährige Monatsmittel zusammengetragen.

Tabelle 196: Monatliche Niederschlagshöhen und langjähriges Monatsmittel im EZG der KA Warstein-Belecke

Monat	2007			Mittelwerte der Jahre 1961 bis 1990 (DWD)		
	Hirschberg (Mst_50) N [mm]	KA Belecke (Mst_51) N [mm]	Mittelwert N [mm]	Hirschberg N [mm]	Belecke N [mm]	Mittelwert N [mm]
Januar	117	112	115	89	74	82
Februar	98	78	88	68	56	62
März	118	92	105	84	70	77
April	3	0	1,5	79	66	73
Mai	129	23 [1)]	- [1)]	98	82	90
Juni	146	74 [1)]	- [1)]	119	92	106
Summe	**611**	**- [1)]**	**- [1)]**	**537**	**440**	**490**

[1)] teilweise Datenausfall

Anzumerken ist, dass die Klimastation auf der Kläranlage (Mst_51) einige Ausfallzeiten in den Monaten Mai und Juni 2007 aufweist. Die Niederschlagsmengen wurden teilweise ergänzend von Hand ausgelitert. Dennoch zeigt ein Vergleich der Mst_51 mit der benachbarten Mst_50 Unregelmäßigkeiten in den Niederschlagssummen. In der weiteren Auswertung des Fremdwasserabflusses wird vornehmlich die Mst_50 herangezogen, die Mst_51 wird jedoch auch in Kombination mit der Mst_50 im Hinblick auf eine Auswertung der Trockenwettertage mitbetrachtet.

Tabelle 196 zeigt weiterhin anhand der Mittelwerte der Jahre 1961 bis 1990 des DWD, dass in Hirschberg im Jahresmittel durchschnittlich 18 % mehr Niederschlag fällt als in Belecke.

Während der April außergewöhnlich trocken war und im Vergleich zum langjährigen Mittel ca. 95 % weniger Niederschlag lieferte, waren alle anderen Monate außergewöhnlich niederschlagsreich. Der Mai lieferte mit ca. 43 % im Vergleich zum langjährigen Mittel den höchsten Niederschlag.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das 1. Halbjahr 2007 eher ein nasses Halbjahr mit einer Niederschlagssumme von rd. 611 mm (Mst_50) gegenüber 490 mm im langjährigen Mittel war. In Tabelle 197 sind die durchschnittlichen Monatstemperaturen während des Messzeitraumes an der Klimastation auf dem Gelände der KA Warstein-Belecke aufgeführt.

Tabelle 197: Monatliche Durchschnittstemperaturen an der Klimastation auf der KA Warstein-Belecke (Mst_50)

Monat	Kläranlage (Mst_51) T [°C]
Januar 2007	5,7
Februar 2007	5,4
März 2007	6,7
April 2007	12,1
Mai 2007	14,7
Juni 2007	17,8

6.2.2.1.3 Grundwasserstandsmessungen

Der Fremdwasseranfall wird indirekt über den Bodenwasserhaushalt und den Stand des Grundwasserspiegels beeinflusst. Höhere Grundwasserstände führen im Allgemeinen auch zu gestiegenen Fremdwasserabflüssen. Um diese Abhängigkeit erfassen zu können, wurden im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke zwei Grundwassermessstellen eingerichtet. Hierbei handelte es sich um die Mst_60 (Pegel Paul-Gerhard-Straße) am Westerbach und um die Mst_61 (Pegel Persta) an der Möhne (s. Tabelle 198). Die Messdatenqualität konnte als „gut“ bzw. „sehr gut“ eingestuft werden. Als Bezugspunkt für die gemessene Pegelganglinie wurde die Geländeoberkante gewählt.

Tabelle 198: Überblick über die Grundwassermessstellen

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau
Mst_60	Pegel Paul-Gerhard-Straße	05.12.2006	02.07.2007
Mst_61	Pegel Persta	05.12.2006	02.07.2007

Den Einfluss des Niederschlages auf den Grundwasserhaushalt zeigt sehr deutlich das Bild 236, in dem beide Pegel und exemplarisch der Niederschlag der Mst_50 über den Messzeitraum aufgeführt sind. Mit Beginn eines Niederschlagsereignisses steigt an beiden Pegeln das Grundwasser an. Während die Schwankungen am Pegel Paul-Gerhard-Straße nur innerhalb eines kleinen Bereiches von ca. 0,25 m auftreten, weist der Pegel Persta durch die Nähe zur Möhne bedingt einen deutlich größeren Schwankungsbereich von ca. 0,85 m auf.

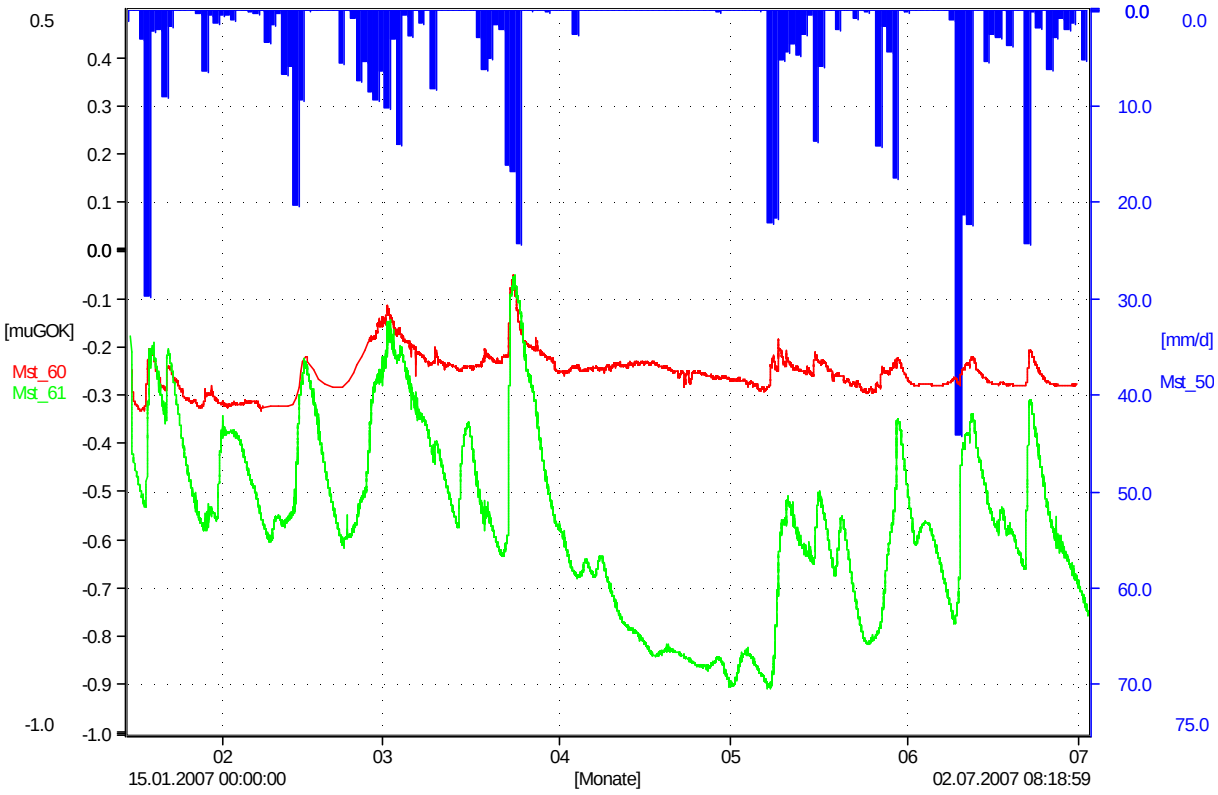


Bild 236: Grundwasserstand und Niederschlag im EZG der KA Warstein-Belecke

6.2.2.1.4 Wasserstandsmessungen an Regenbecken

Über Wasserstandsmessungen an Sonderbauwerken in der Kanalisation lassen sich Rückschlüsse auf den Fremdwasserabfluss und die Auslastung der Niederschlagswasserbehandlung ziehen. Hierbei konnte auf die beschriebenen Wasserstandsmessungen an den Niederschlagswasserbehandlungsanlagen SK Drewer (Mst_750), RÜB I Hirschberg, Am Pumpwerk (Mst_751), SK II Esser-Werke (Mst_752), SK III Paul-Gerhard-Straße (Mst_753), SK IV Schützenhalle (Mst_754), SK V Siepmann (Mst_755), RÜB I Gummierungswerk (Mst_760) und SK II Hirschberg, Bache (Mst_761) zurückgegriffen werden.

Die Stauraumkanäle SK VI GE-Wiebusch (Mst_756), SK VII Polizei (Mst_757), SK VIII Persta (Mst_758) und SK IX AEG (Mst_759) wurden im Rahmen des Messprogramms zusätzlich ausgerüstet. Im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke waren damit alle NWB-Anlagen mit Wasserstandsmessungen ausgestattet.

Die Regenüberläufe wurden nicht mit einem Messgerät versehen, da sie sich nur im Ortsteil Hirschberg befinden und dieser durch die Messstellen am SK II Hirschberg, Bache und am RÜB I Hirschberg, Am Pumpwerk ausreichend abgedeckt wurde.

In der Tabelle 199 sind die Wasserstandsmessstellen sämtlicher NWB-Anlagen aufgeführt. Das auswertbare Datenmaterial erstreckt sich über 6 Monate, die Daten sind in Bild 237 und Bild 238 zusammengefasst. Die Zuverlässigkeiten der Messungen konnten durchgängig als plausibel eingestuft werden. Die Anzahl der auswertbaren Messtage liegt zwischen 178 und 210 Tagen.

Tabelle 199: Übersicht der Wasserstandsmessungen in den NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke

Mst.-Nr.	Bezeichnung	Einbau	Ausbau	Laufzeit [d]	Messzeit [d]
Mst_750	SK Drewer	vorhanden	-	205	205
Mst_751	RÜB I Hirschberg, Am Pumpwerk	vorhanden	-	210	178
Mst_752	SK II, Esser-Werke	vorhanden	-	210	210
Mst_753	SK III, Paul-Gerhard-Straße	vorhanden	-	210	205
Mst_754	SK IV, Schützenhalle	vorhanden	-	210	210
Mst_755	SK V, Siepmann	vorhanden	-	210	210
Mst_756	SK VI, GE-Wiebusch	21.12.06	02.07.07	193	193
Mst_757	SK VII, Polizei	21.12.06	02.07.07	193	193
Mst_758	SK VIII, Persta	20.12.06	02.07.07	194	194
Mst_759	SK IX, AEG	05.01.07	02.07.07	178	178
Mst_760	RÜB I, Gummierungswerk	vorhanden	-	210	210
Mst_761	SK II Hirschberg, Bache	vorhanden	-	210	142

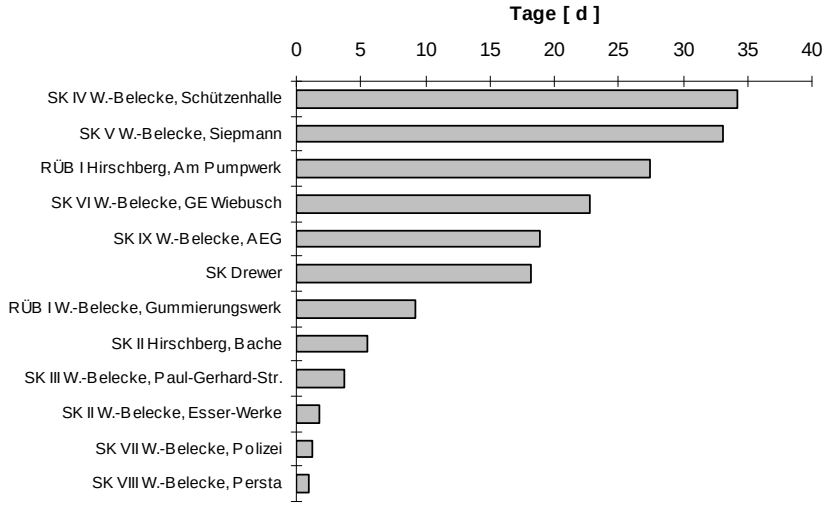


Bild 237: Einstaudauer der NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke

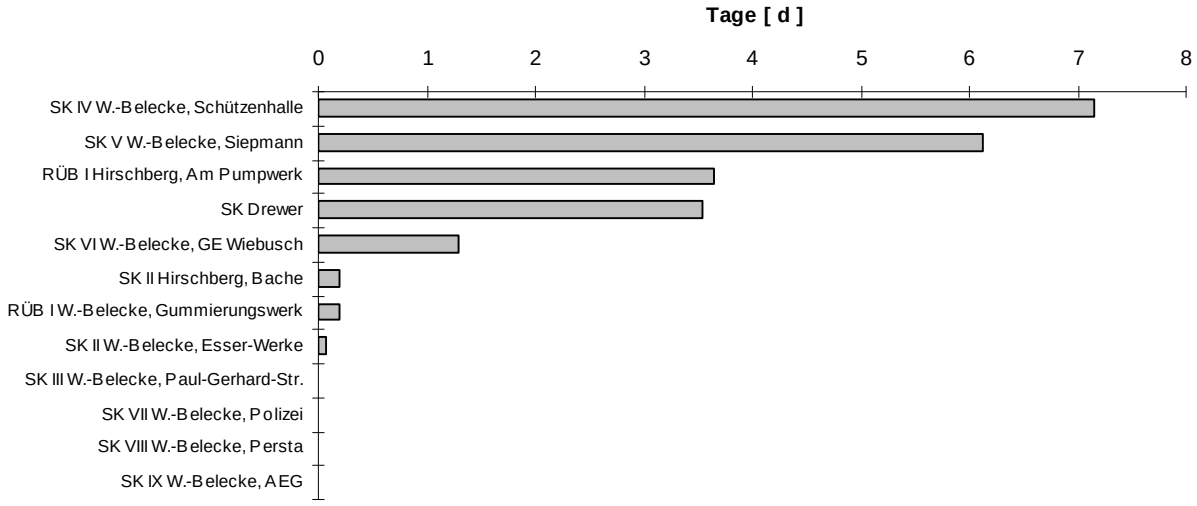


Bild 238: Entlastungsdauer der NWB-Anlagen im EZG der KA Warstein-Belecke

Es zeigt sich, dass der SK VIII Persta, der SK VII Polizei, der SK II Esser-Werke und der SK III Paul-Gerhard-Straße im Rahmen des Messprogramms völlig unauffällig waren. Es fand keine bzw. nur eine kurzfristige (SK II Esser-Werke) Entlastung statt. Obwohl der SK IX Warstein-Belecke AEG 19 Tage eingestaut war, fand auch hier keine Entlastung statt. Im Gegensatz zur Vorauswertung zeigt sich beim SK II Hirschberg, Bache, dass es im Messzeitraum eine Reihe von nur kurzen Entlastungszeiten gab, die in der Summe jedoch nur minimal waren. Im Gegensatz dazu war das RÜB I Hirschberg, Am Pumpwerk viel länger eingestaut (27 Tage), wovon an rd. 4 Tagen entlastet wurde. Dies wirkt sich auch auf das RÜB I Gummierungswerk aus. Dieses Becken ist sehr häufig, dafür aber in der Gesamtdauer (9 Tage) nicht lange eingestaut. Der SK Drewer und der SK VI GE-Wiebusch liegen mit 18

bzw. 23 Einstau- und 4 bzw. 1 Entlastungstagen im mittleren Feld. Als auffällig erwiesen sich sowohl hinsichtlich der Einstau- als auch der Entlastungsdauer der SK IV Schützenhalle und der SK V Siepmann mit nahezu gleichen Werten.

Abschließend ist festzuhalten, dass sich aufgrund der vorliegenden Wasserstandsmessungen keine Aussagen über eventuelle Fremdwasserschwerpunkte ableiten lassen.

6.2.2.1.5 Kamerabefahrungen

Um die Ergebnisse der Abflussmessungen zu verifizieren und sich daraus ergebende Abflusszunahmen deuten zu können, wurde am 14.03.2007 eine Kamerabefahrung im Hauptsammler zwischen dem Ablauf SK V Siepmann und der Mst_09 durchgeführt. Ergänzend dazu wurde am 16.08.2007 und am 06.09.2007 der Hauptsammler in Richtung Kläranlage zwischen den Schächten 100070 (Mst_09) und 100073 befahren. Insgesamt wurden 777 m Kanalnetz untersucht. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung werden zusammen mit den Handmessungen nachfolgend dargestellt. Zusätzlich wurden die vorhandenen Kamerabefahrungen und das Schadenskataster der Stadtwerke Warstein und der Stadt Rüthen für die Bewertung herangezogen.

6.2.2.2 Identifizierung von Fremdwasserquellen und Abschätzung des Anteils am Fremdwasseranfall

6.2.2.2.1 Ergebnisse der stationären Durchflussmessstellen

Der Messzeitraum der Kanalisationsmesskampagne in Warstein-Belecke erstreckte sich vom 06.12.2006 bis 03.07.2007. Einbaubedingt sind die Messzeiträume der einzelnen Messstellen etwas unterschiedlich. Um eine Vergleichbarkeit der Messstellen zu gewährleisten, erfolgte die Auswertung aller Messdaten über den gemeinsamen Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007.

Die aufgezeichneten Messgrößen Wasserstand h und Fließgeschwindigkeit v wurden, wie in Kapitel 2 beschrieben, in eine Wassermenge Q umgerechnet, verifiziert und auf Plausibilität geprüft. Die ursprünglichen 2-min. Daten wurden mit Hilfe der Datenbank Access um Unplausibilitäten bereinigt, z. B. Löschen von Nullwerten und Elimination von Daten, die auf außergewöhnliche Ereignisse, wie Schieberschließungen aufgrund von Handmessungen und Kamerabefahrungen, zurückzuführen waren. Anschließend wurden die Daten auf Stundenmittelwerte verdichtet. Schließlich wurden noch die Messtage eliminiert, die während der Entlastungsereignisse von oberhalb der Messstelle liegenden NWB-Anlagen aufgezeichnet wurden. Abschließend wurden die bereinigten Daten in ein Excel-Arbeitsblatt importiert, um

mit Hilfe verschiedener Auswertemethoden (s. Kapitel 2.2) das Fremdwasser in den Teilgebieten bestimmen zu können. Für jede Messstelle befindet sich im Anhang B ein Auswerteblatt mit den unterschiedlichen Auswertemethoden und den jeweiligen Ergebnissen.

In der nachfolgenden Tabelle 200 werden der direkte Fremdwasseranfall an jeder Messstelle und der prozentuale Fremdwasseranfall bezogen auf den Fremdwasserabfluss der Kläranlage angegeben. Die Messstelle Mst_261 (SK II Hirschberg, Bache) lieferte bei Abflüssen unterhalb der Drosselwassermenge unplausible Werte. Daher wurde der Fremdwasseranfall für das gesamte Teileinzugsgebiet Hirschberg auf die Messstelle Mst_251 bezogen.

Tabelle 200: Ermittelte Fremdwassermengen der einzelnen Messstellen und Teileinzugsgebiete nach der Nachtminimum-Methode im Messzeitraum Januar bis Juni 2007 im EZG der KA Warstein-Belecke

Mst.-Nr.	Bezeichnung TEZG	Entwässerungsverfahren	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	Anteil am Gesamtfremdwasser [%]
Mst_261	Hirschberg-Süd	MS	unplausible Werte	
Mst_251	Hirschberg gesamt	MS	7,3	13,7
Mst_01 - Mst_251	Haspler-Ring/Romecke	MS	4,7	8,8
Mst_04 - Mst_01	Oberes Westerbachtal	MS	5,3	10,0
Mst_05	Silbke	MS	7,3	13,7
Mst_06 - Mst_05 - Mst_04	Mitte Belecke	MS	0,2	0,4
Mst_07 - Mst_06	Siepmann-Werke/ Unteres Westerbachtal	MS	0,5	0,9
Mst_02	Rüthen-Drewer	MS	5,9	11,1
Mst_03 - Mst_02	Schulzentrum/Unter'm Haane	MS	7,7	14,5
Mst_09	AEG/Sellerberg	MS	5,9	11,1
Mst_08 - Mst_03 - Mst_07 - Mst_09	Fa. Persta/Ende Belecke	MS	8,4	15,8
Summe (KA Warstein-Belecke)			**53,2**	**100**

Die absolut ermittelten Fremdwasserabflüsse sagen nur mittelbar etwas über die Fremdwasserverteilung in den einzelnen Gebieten aus. Eine Bewertung der Fremdwassermengen erfolgt aussagekräftiger durch den Bezug der Wassermenge auf den Schmutzwasserabfluss, die Kanalnetzlänge oder die Flächengröße. In diesem Fall wurde als spezifische Bezugs-

größe die befestigte Fläche gewählt. Für die KA Warstein-Belecke wurden die Flächen aufgrund einer aktualisierten Grundlagenermittlung berücksichtigt.

Zur besseren Verdeutlichung wird der Fremdwasseranfall der einzelnen Teilgebiete in Bild 239 dargestellt. Ermittelt wurden neben dem absoluten Fremdwasser auch die prozentuale Verteilung im Gesamtgebiet und die Fremdwasserspende bezogen auf die befestigte Fläche. Außerdem geben die roten Zahlen einen Überblick über die gemessene Gesamtfremdwassermenge an jeder stationären Messstelle.

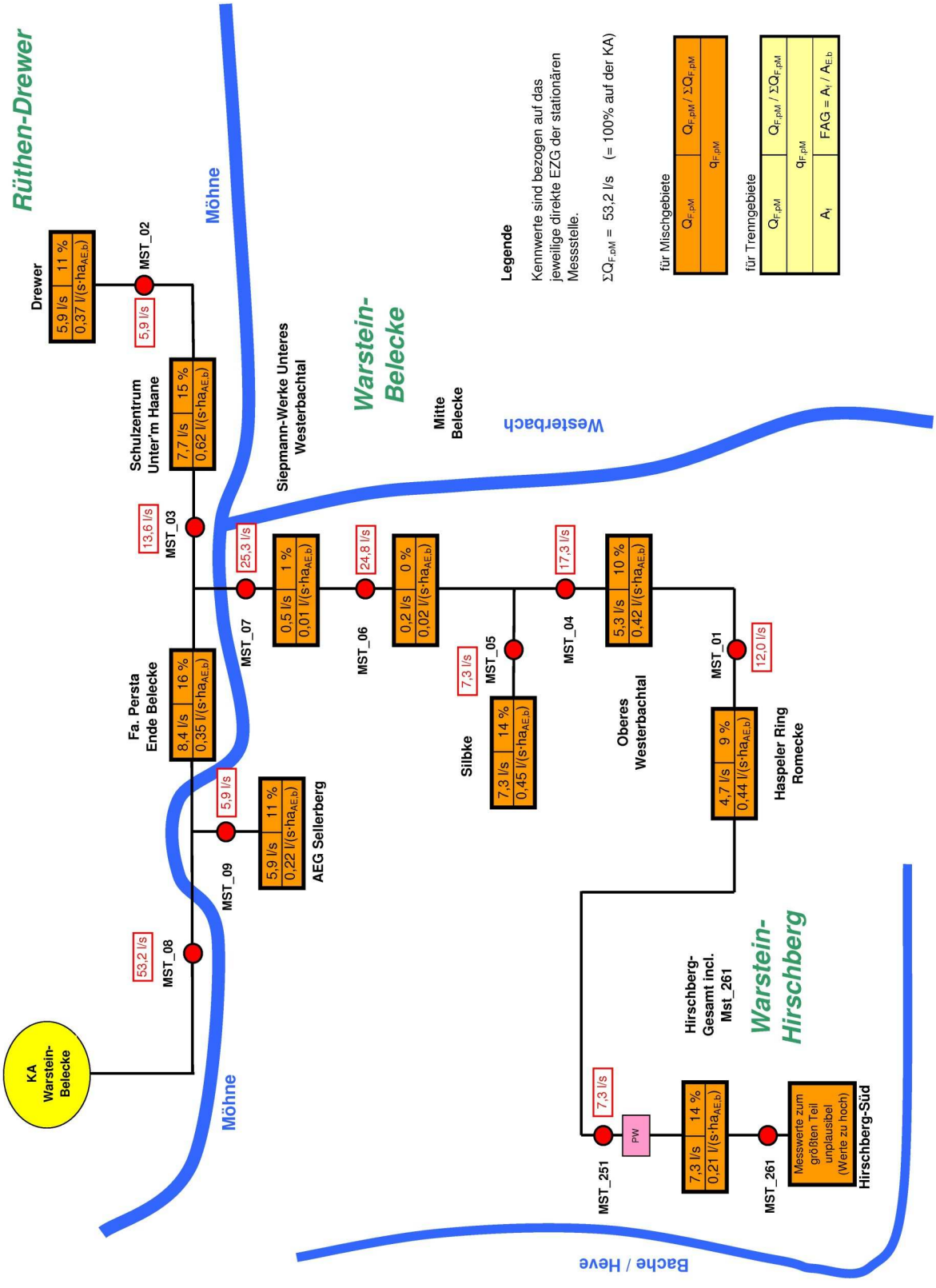


Bild 239: Fremdwasserverteilung im EZG der KA Warstein-Belecke

Die Ergebnisse der Messstelle Mst_261 konnten nicht herangezogen werden. Daher wurde das jeweilig zugehörige Einzugsgebiet den nachfolgenden Messstellen zugeordnet. Wie Bild 239 zeigt, ist der Fremdwasseranfall im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke sehr homogen, da die prozentuale Verteilung nahezu gleichmäßig ist. Lediglich Belecke-Mitte und das Untere Westerbachtal zwischen den Messstellen Mst_07, Mst_05 und Mst_04 können als unauffällige Bereiche charakterisiert werden.

6.2.2.2.2 Abgleich und Einordnung der Handmessungen

Zur Ergänzung des oben beschriebenen Messprogramms wurden in den Teilgebieten Handmessungen durchgeführt. Da die Messgeräte der stationären Durchflussmessungen und die der Handmessungen unterschiedlich sind, können die Werte nicht unmittelbar verglichen werden. Für eine Aussage, in welchem Verhältnis der gemessene Wert zum ermittelten Fremdwasser (-Mittelwert) im Teileinzugsgebiet steht, ist es notwendig, auch im Schacht der stationären Messstelle eine Handmessung durchzuführen.

Insgesamt wurden an 104 Punkten Handmessungen vorgenommen, die zur Absicherung der Daten teilweise auch mehrfach wiederholt wurden. Hauptschwerpunkte bildeten die Bereiche, die aufgrund der stationären Durchflussmessung Auffälligkeiten zeigten.

Die Ergebnisse der Handmesskampagnen sind als absolute Ergebnisse nicht ohne Weiteres mit denen der stationären Durchflussmengenmessstellen vergleichbar. Dies ist u. a. mit den unterschiedlichen Messgeräten und deren unterschiedlichen Kalibrierungen begründbar. Weiterhin erfassen Handmesskampagnen, sofern sie bei Trockenwetter durchgeführt wurden, den Trockenwetterabfluss an wechselnden Nachlauftagen und Tageszeiten. Hierdurch unterscheiden sich die Handmessungen im Anteil des erfassten Schmutzwasserabflusses und des Fremdwassernachlaufes. In erster Linie lassen sich mit den durch Handmessungen erfassten Abflüssen zwar Abflusszuwächse aufspüren, die auf Fremdwasserquellen schließen lassen, andererseits ist eine Aussage zu absoluten Mengen ohne Weiteres nicht möglich. Bei der späteren Festlegung von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung bei lokal aufgefundenen Fremdwasserquellen sind absolute Angaben jedoch sehr hilfreich.

Zu diesem Zweck wurden die im Rahmen der Handmesskampagnen gewonnenen Ergebnisse auf die stationären Durchflussmessstellen prozentual umgerechnet. Die so ermittelten Ergebnisse detaillieren die Ergebnisse der stationären Durchflussmengenmessstellen und werden beispielhaft für den Bereich Oberes Westerbachtal zwischen den Messstellen Mst_01 und Mst_04 in Bild 240 schematisch dargestellt.

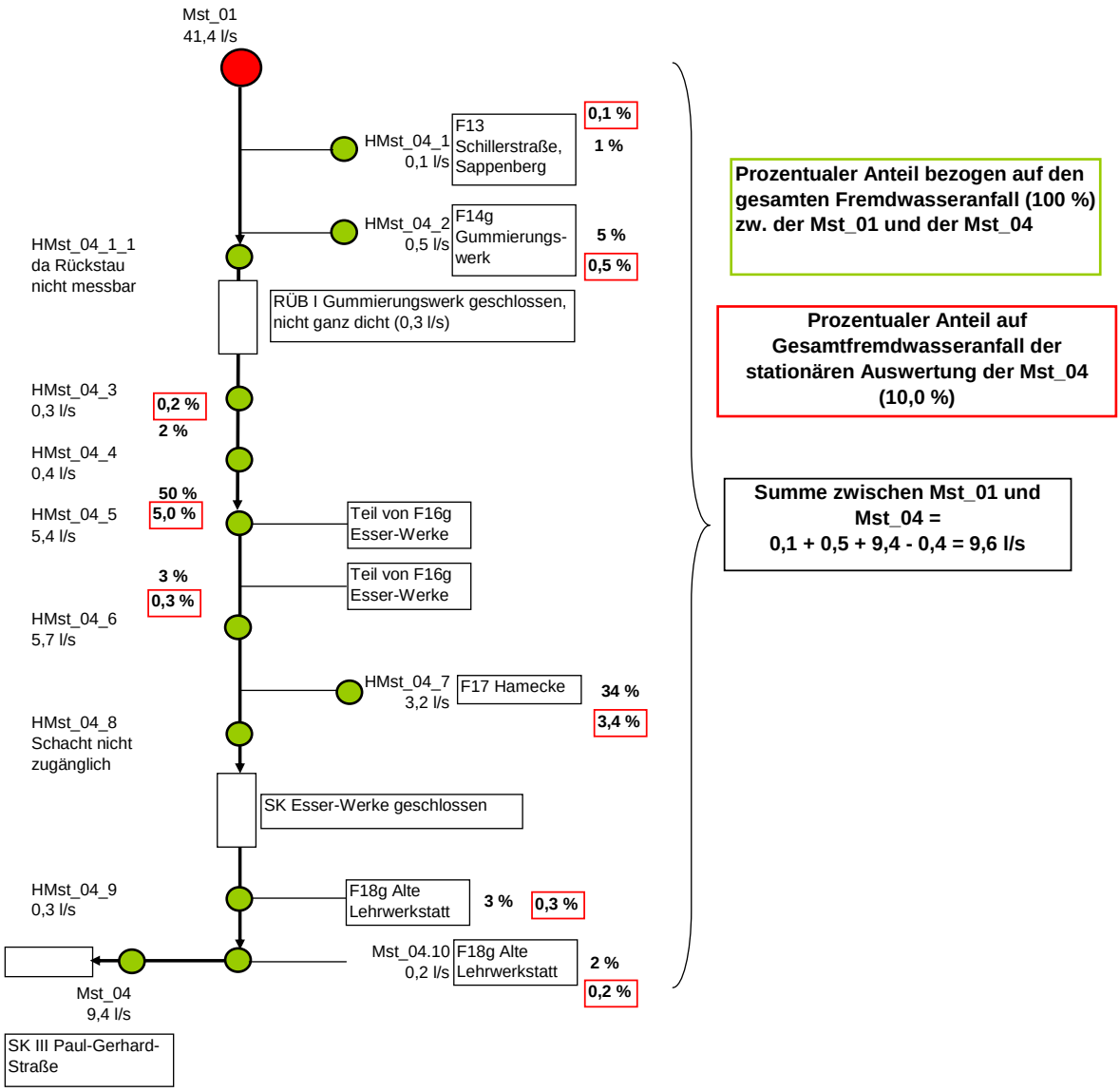


Bild 240: Schematische Darstellung der Handmessungen zwischen Mst_01 und Mst_04 (Oberes Westerbachtal)

In diesem Bereich wurden nur einmalige Handmessungen durchgeführt. Dabei wurde der Abfluss innerhalb des Hauptstranges und - wenn möglich - auch sämtlicher seitlicher Anschlussleitungen bestimmt und die prozentuale Verteilung bezogen auf die Mst_04 berechnet. Abschließend wurden die prozentual ermittelten Abflusszunahmen aus der Handmesskampagne mit dem prozentual ermittelten Anteil am Gesamtfremdwasseranfall - aus den Ergebnissen der stationären Durchflussmessstellen (s. Tabelle 200) bzw. aus dem Fließschema - multipliziert, um so engmaschiger den Anteil bzw. die absoluten Fremdwassermengen errechnen zu können.

In Tabelle 201 sind die errechneten Fremdwasseranteile auf Basis der vorher beschriebenen Methode für alle durchgeführten Handmessungen als absolute Werte und als prozentualer Anteil bezogen auf die Gesamtfremdwassermenge von 53,2 l/s aufgeführt. Es fallen rd. 35 % des Gesamtfremdwasseranfalls in den Sammlerabschnitten und 43 % in den bebauten Teileinzugsgebieten an. Die verbleibenden 22 % können nicht eindeutig zugeordnet werden und verteilen sich sowohl auf Sammlerabschnitte als auch auf Teileinzugsgebiete.

Tabelle 201: Messergebnisse zum Fremdwasseranfall an den Handmessstellen im EZG der KA Warstein-Belecke

Messstellen-zuordnung	Messstellenbezeichnung	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Hirschberg-Süd			
Mst_261	Hirschberg-Süd (rechter Ast)	1,3	2,5
	Hirschberg-Süd (linker Ast)	1,2	2,3
	Verbindungssammler vor SK H.-Bache	0,8	1,5
	Sammler Wolterssiepen	0,7	1,4
	Sammler vom RÜ Freibad	0,6	1,2
	Langenbruch	0,5	0,9
Zwischensumme		**5,2**	**9,8**
TEZG Hirschberg-Nord			
Mst_251	Hirschberg-Bache	1,8	3,4
	Hirschberg-Nord	0,3	0,5
Zwischensumme		**2,1**	**3,9**
Anschlusssammler Hirschberg/TEZG Haspeler Ring/Romecke			
Mst_01	Anschlusssammler vom PW Hirschberg	2,8	5,2
	Haspeler Ring	1,0	1,9
	Teilfläche Romecke	0,9	1,7
Zwischensumme		**4,7**	**8,8**
TEZG Oberes Westerbachtal			
Mst_04	Hauptsammler zwischen Esser-Werke	2,7	5,0
	Hamecke	1,8	3,4
	Lehrwerkstatt Siepmann	0,3	0,5
	Gewerbe Gummierungswerk	0,3	0,6
	Sammler	0,2	0,3
	Querung Westerbach	0,1	0,2
Zwischensumme		**5,3**	**10,0**

Messstellen-zuordnung	Messstellenbezeichnung	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Silbke			
Mst_05	Hauptsammler vor Feuerwehr	2,6	4,8
	Hauptsammler zwischen seitlichen Zuflüssen	2,4	4,5
	Nebensammler von Fläche	1,0	1,8
	Sammler oberer Bereich	0,8	1,5
	Seitliche Zuflüsse	0,6	1,1
Zwischensumme		**7,3**	**13,7**
TEZG Mitte Belecke			
Mst_06	Hamacher Ring u. Beukenberg	0,1	0,1
	Sammler zwischen Mst_06 u. Fläche	0,2	0,3
Zwischensumme		**0,2**	**0,4**
TEZG Siepmann-Werke/Unteres Westerbachtal			
Mst_07	Kallerweg, Rabenknapp, Altstadt	0,3	0,5
	Berliner Str. und Sellerweg	0,2	0,3
	Hauptsammler zwischen Mst_06 und SK Schützenhalle	0,1	0,1
Zwischensumme		**0,5**	**0,9**
Anschlusssammler Drewer/TEZG Rüthen-Drewer			
Mst_02	Gesamtgebiet vor SK Drewer	4,2	7,9
	Sammlerbereich vor SK Drewer	0,9	1,6
	Anschlusssammler nach SK Drewer	0,9	1,6
Zwischensumme		**5,9**	**11,1**
TEZG Schulzentrum/Unter'm Haane			
Mst_03	Zufluss Schulzentrum und Unter'm Haane	3,4	6,3
	Sammler nach SK Wiebusch 2. Teil	2,1	3,9
	Zufluss Schulzentrum und I. d. Kämpen	0,9	1,7
	Gewerbegebiet Wiebusch Zufluss vor SK	0,6	1,2
	Gew. Wiebusch seitl. Zufl. vor Zufluss Drewer	0,5	1,0
	Gewerbegebiet Wiebusch seitl. Zufluss rechts	0,1	0,2
	Gewerbegebiet Wiebusch seitlicher Zufluss links	0,1	0,2
Zwischensumme		**7,7**	**14,5**

Messstellen-zuordnung	Messstellenbezeichnung	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG AEG/Sellerberg			
Mst_09	Zufluss zwischen Sellerberg und AEG	4,0	7,5
	Zufl. Sellerberg (Lodenweg, Güldene Tröge)	1,9	3,6
Zwischensumme		**5,9**	**11,1**
TEZG Fa. Persta/Ende Belecke			
Mst_08	Sammler vor SK Siepmann	2,8	5,3
	Sammler inkl. TEZG	2,8	5,3
	Fa. Persta	2,1	4,0
	Welschenbeck, Beckerhaan	0,3	0,6
	Sammler hinter SK Schützenhalle	0,3	0,5
	Anschluss Gewerbe Durchstich	0,1	0,1
Zwischensumme		**8,4**	**15,8**
Summe		**53,2**	**100,0**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall von 53,2 l/s = 100 %

Nachfolgend werden die im Rahmen der Handmessungen lokalisierten Fremdwasserquellen in den einzelnen Teileinzugsgebieten beschrieben und die identifizierten Schäden näher erläutert.

TEZG Hirschberg-Nord und -Süd

Das Teileinzugsgebiet Hirschberg wurde als einer der Fremdwasserschwerpunkte identifiziert. Von den anfallenden 7,3 l/s Fremdwasser können 2,1 l/s (3,9 %) den Ortsteilen Hirschberg-Bache und Hirschberg-Nord zugeordnet werden. Davon ist Hirschberg-Bache mit allein 1,8 l/s Fremdwasser am auffälligsten. Hier konnten zwei Fremdwassereinträge in den Haltungen 180384 und 180360 lokalisiert werden, wobei anzunehmen ist, dass diese Schäden nicht für den gesamten Fremdwasseranfall verantwortlich sind, sondern auch durch Dränagen ein wesentlicher Fremdwasserzufluss erfolgt. Hirschberg-Nord dagegen hat mit rd. 0,3 l/s Fremdwasser einen sehr geringen Anteil und eine wesentlich größere Anzahl an Undichtigkeiten (Haltungen 180403, 180413, 180414, 180549 und 180958). Eine weitere Differenzierung war jedoch aufgrund der geringen Wassermengen nicht möglich.

Dies trifft auch auf den südlichen Bereich von Hirschberg zu, der oberhalb des SK II Hirschberg, Bache zur Messstelle Mst_261 entwässert. Insgesamt wurden dort 2,5 l/s Fremdwasser gemessen, die sich auf zwei Entwässerungsgebiete gleichmäßig aufteilen. Dem rechten

Ast können zwei Schäden in den Haltungen 180129 und 180217 zugeordnet werden. Dem linken Entwässerungsast mit 1,2 l/s Fremdwasser konnte kein Schaden zugeordnet werden.

Wesentlich besser zu lokalisieren waren die 0,7 l/s Fremdwasser, die im Anschlusskanal des Gebietes Wolterssiepen (F02) vor dem SK II Hirschberg, Bache vorgefunden wurden. Hier konnte als Schwerpunkt der Kanal in der Straße Schlehenallee (Haltung 180661) identifiziert werden.

Ein deutlicher Fremdwasserzufluss in Höhe von 0,8 l/s wurde im Verbindungssammler vor dem SK II Hirschberg, Bache ermittelt. Dieser Zufluss kann sowohl den zwei schadhaften Haltungen 180079 und 180113 (s. Bild 241, links) als auch einem unbekannten Anschluss in der Haltung 180067 (s. Bild 241, rechts) zugeordnet werden. Dieser Anschluss ist möglicherweise ein vorbereiteter Anschluss für den unteren Bereich des Einzugsgebietes Freibad/Bermecke (F011), das gegenwärtig nicht an die Kanalisation angeschlossen ist.



Bild 241: Undichtigkeit in Haltung 180133 (links), unbekannter Anschluss in Haltung 180067 (rechts)

Weiterhin wurden im Rahmen der Handmessungen Undichtigkeiten an den Schächten vorgefunden (s. Bild 242). Hierfür ist das drückende Hangwasser im Sammlerbereich vor dem SK II Hirschberg, Bache verantwortlich.



Bild 242: HMst_261_6 Hanglage, Wassereinbruch im Schachtring unten

Der Sammlerabschnitt vom RÜ Freibad bis zum Anschluss des Kanals vom Freibad ist mit 0,6 l/s Fremdwasser ein weiterer Schwerpunkt. Zum einen existiert eine Undichtigkeit in der Haltung 180066 (s. Bild 243, links) und zum anderen weist der große Zufluss vom Freibad auf Dränagen (s. Bild 243, rechts) hin.

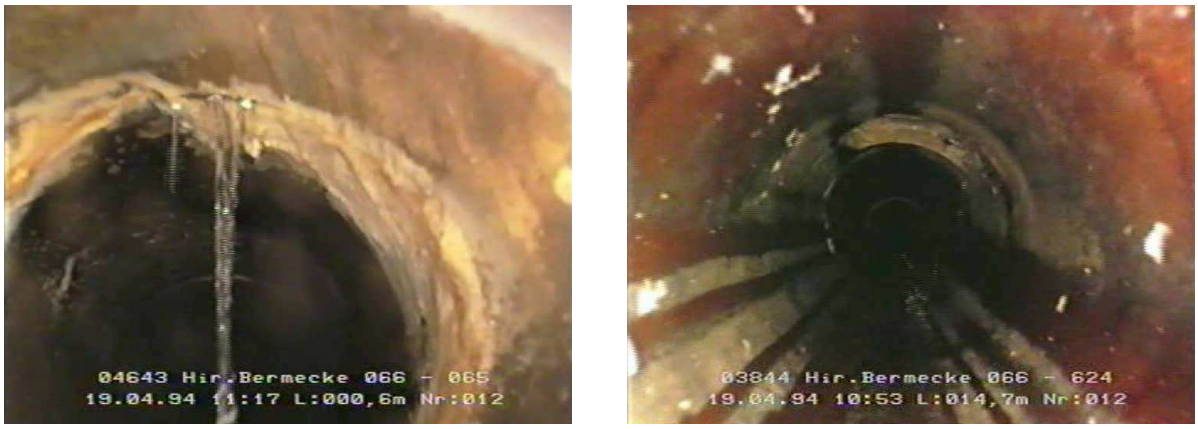


Bild 243: Undichtigkeit in der Haltung 180066 (links), Dränageanschluss von oben in der Haltung 180624 (rechts)

Die Ortslage um die Straße Langenbruch (F01) war dagegen mit 0,5 l/s Fremdwasser eher unauffällig.

Das gesamte Teileinzugsgebiet Hirschberg wird über das PW Hirschberg, dem das RÜB I Hirschberg, Am Pumpwerk vorgeschaltet ist, in Richtung Belecke über einen ca. 7,2 km langen Ruhrverbandssammler entwässert. Dieser Sammler ist bis zu einem Hochpunkt als Druckleitung ausgeführt worden und läuft dann als Freigefällekanal DN 350 mit Anschluss an die städtische Kanalisation in der Ortslage Romecke weiter. Angeschlossen sind an diesen Sammler zwischen den Messstellen Mst_252 und Mst_01 das fremdwasser-

unauffällige Trenngebiet Kalköfen sowie eine Teilfläche von Romecke und Haspeler Ring. Die Messstellenauswertung lieferte nach der Nachtminimum-Methode einen Fremdwasserzufluss von rd. 4,7 l/s (9 %). Im Rahmen der Handmessungen wurde das PW Hirschberg ausgeschaltet, um unbeeinflusst von Pumpzeiten den Fremdwasserzufluss zu lokalisieren. Dabei zeigte sich, dass sowohl die Teilfläche Romecke als auch der Haspeler Ring nahezu identische Abwasserzuflüsse (0,9 l/s bzw. 1,0 l/s) aufweisen. Demgegenüber liegt der Fremdwasserzufluss im Anschlusssammler mit 2,8 l/s (5,2 %) deutlich höher. Eine eindeutige Lokalisierung konnte durch die ergänzende Auswertung der vorliegenden Kamerabefahrung aus dem Jahr 2004 vorgenommen werden. Im Wesentlichen wurden Lageabweichungen in den einzelnen Haltungen festgestellt. Zwei Haltungen weisen jeweils eine kleinere Scherbenbildung im Scheitel bzw. im Kämpfer auf. Auffällig war die Haltung vom Schacht 51101S81 bis Schacht 51101S82. Dort wurden über eine Länge von rd. 20 m an mehreren Stellen Risse mit Scherbenbildung vorgefunden (s. Bild 244). Ergänzend dazu weisen die Haltungen 170177 und 170184 Undichtigkeiten auf. Die ermittelte Fremdwassermenge von 2,8 l/s kann eindeutig diesen Schäden zugeordnet werden, zumal eindringendes Wasser in den Kamerabefahrungen sichtbar war.



Bild 244: Scherbenbildung und Fremdwassereintritt im Anschlusssammler vom PW Hirschberg (links), Scherbenbildung und Fremdwassereintritt im Anschlusssammler vom PW Hirschberg (rechts)

TEZG Oberes Westerbachtal

Zur Lokalisierung der Fremdwasserschwerpunkte zwischen den Messstellen Mst_01 und Mst_04 wurde der Schieber im RÜB I Gummierungswerk geschlossen. Von den anfallenden 5,3 l/s Fremdwasser (10 %) konnten eindeutig 2,9 l/s dem Hauptsammler im Bereich Parkplatz Puddelhammer zugeordnet werden, was durch das Schadenskataster bestätigt werden

kann, da zwischen den Schächten 160007 bis 160013 deutlich eindringendes Wasser sichtbar ist (s. Bild 245).



Bild 245: Wassereintritt im Hauptsammler Haltung 160007 (oben links), Haltung 160008 (oben rechts) und Haltung 160009 (unten links)

Zusätzlich war der Zufluss aus Hamecke (F17) mit 1,8 l/s auffällig, konnte jedoch nicht eindeutig einem Schaden zugeordnet werden. Im weiteren Verlauf des Hauptsammlers unterhalb des SK II Esser-Werke im Bereich der Alten Lehrwerkstatt Siepmann (F18g) wurden zwischen den Schächten 160059 und 160064 rd. 0,3 l/s Fremdwasserzufluss gemessen, die auch hier eindeutig verschiedenen Schäden zugeordnet werden konnten (s. Bild 246).



Bild 246: Wassereintritt im Hauptsammler unterhalb SK II Esser-Werke, Haltung 160061 (links) und Haltung 160063 (rechts)

Die restlichen 0,6 l/s Fremdwasser verteilen sich auf verschiedene Teileinzugsgebiete und konnten nicht detailliert lokalisiert werden.

TEZG Silbke

Die Auswertung für das Teileinzugsgebiet Silbke liefert einen Fremdwasserzufluss von 7,3 l/s (14 %). Zur Identifizierung der Schwerpunkte wurde diese Ortslage im Rahmen von zwei Handmessungen detailliert untersucht. Während die einzelnen Seitenkanäle nur geringfügig mit Fremdwasser belastet waren, liegen die Schwerpunkte eindeutig im Sammlerbereich innerhalb der Silbkestraße zwischen Abzweig Waldstraße und der Feuerwehr mit insgesamt 5,0 l/s (9,3 %). Im gesamten Teileinzugsgebiet sind an mehreren Stellen Undichtigkeiten vorzufinden, die jedoch im Wesentlichen den Nebensammlern zuzuordnen sind.

TEZG Mitte Belecke

Dieses Teileinzugsgebiet ist, da zwischen den Messstellen Mst_04 und Mst_06 lediglich 0,2 l/s Fremdwasser ermittelt wurden, unauffällig. Dies wurde im Rahmen einer Handmessung, bei der auch der Ablauf vom SK III Paul-Gerhard-Straße geschlossen wurde, bestätigt. Die Auswertung des Schadenskatasters und der Kamerabefahrung weist in diesem Bereich an zwei Haltungen (160136 und 160168) Fremdwasserzuflüsse auf (s. Bild 247).



Bild 247: Fremdwassereintritt in Haltung 160136, Lanferstraße (links), undichter Schachtanschluss (rechts)

Im angeschlossenen Teileinzugsgebiet Westerberg (F22) konnten Undichtigkeiten in den Haltungen 160071 und 160207 sowie in den Haltungen 130141 und 130142 (Sammlerabschnitt) mit insgesamt 0,2 l/s Fremdwasser lokalisiert werden.

TEZG Siepmann-Werke/Unteres Westerbachtal

Auch in diesem Teileinzugsgebiet zwischen den Messstellen Mst_06 und Mst_07 konnte ein Fremdwasserzufluss in einem nur sehr geringen Umfang von insgesamt 0,5 l/s nachgewiesen werden. Eine weitere Detaillierung wurde nicht vorgenommen. Die Auswertung des Schadenskatasters weist für das Teileinzugsgebiet Berliner Straße/Sellerweg einen Fremdwasserzufluss in der Haltung 130368 auf, dem ein rechnerischer Fremdwasserzufluss von 0,16 l/s zugeordnet werden kann.

Anschlusssammler Drewer/TEZG Rüthen-Drewer

Mit insgesamt 5,9 l/s Fremdwasser (11 %) ist dieses Einzugsgebiet auffällig. Nach Schließung des SK Drewer konnten auf dem rd. 1,1 km langen Sammlerabschnitt ca. 0,9 l/s Fremdwasser ermittelt werden. In gleicher Größenordnung liegt der Fremdwasserzufluss zwischen Ortseingang Drewer und dem SK Drewer. Am auffälligsten war jedoch die eigentliche Ortslage Drewer mit 4,2 l/s Fremdwasser. Die Auswertung der Messstelle Mst_02 zeigt, dass diese Ortslage zum Zeitpunkt der Handmessungen Anfang Februar 2007 noch unauffällig war. Der größte Fremdwasseranfall lag in den Monaten Februar und März 2007. Ab April 2007 lag der durchschnittliche Fremdwasseranfall bei 2,0 l/s. Die Auswertung des vorliegenden Schadenskatasters aus dem Jahr 1999 weist Feuchtigkeit und eindringendes Wasser im Kanal Drewerstraße (Haltungen MK030212, MK030213, MK030219, MK030222 und MK030226) auf. Ebenso betroffen sind die im Wesentlichen in der Ortsmitte liegenden Haltungen MK030089, MK030090, MK030096 und MK030165. Für diese Ortslage empfiehlt

sich eine ergänzende Untersuchung innerhalb der Ortslage, insbesondere eine Nebelung des kleineren Trenngebietes.

TEZG Schulzentrum/Unter'm Haane

Der zweitgrößte Schwerpunkt mit 7,7 l/s (15 %) ist das Einzugsgebiet zwischen den Messstellen Mst_03 und Mst_02. Mit 1,4 l/s Fremdwasser ist das Gewerbegebiet Wiebusch unauffällig. Hier konnte nur eine Undichtigkeit in der Haltung 140044 nachgewiesen werden. Dagegen ist der Sammler zwischen dem SK Wiebusch und der Unterquerung der Möhne mit 2,1 l/s Fremdwasser sehr auffällig. Die zuordenbaren Undichtigkeiten befinden sich in den Haltungen 140053 und 1400056. Lediglich der Zufluss vom Trenngebiet liefert mit 3,4 l/s mehr Fremdwasser. Dies ist im Wesentlichen auf undichte Haltungen und Schächte sowie möglicherweise auf eine Zusammenführung von Schmutz- und Regenwasserkanal und Fehlanschlüssen zurückzuführen. Bild 248 vermittelt einen beispielhaften Gesamteindruck dieses Teileinzugsgebietes.

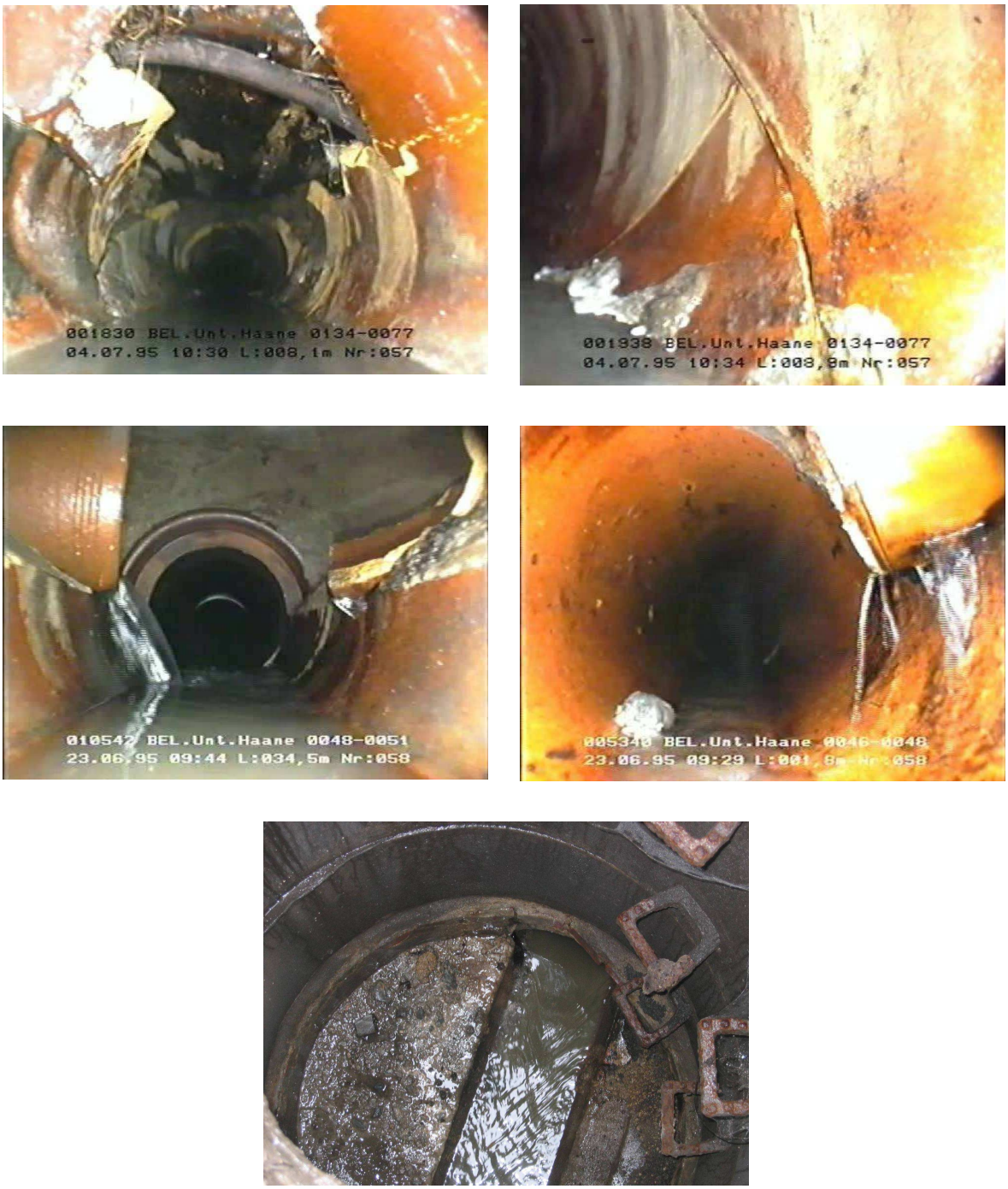


Bild 248: **Massiver Schaden in der Haltung 150134 (oben links), Scherbenbildung in der Haltung 150134 (oben rechts), klares Wasser im Schmutzwasserkanal (Mitte links), Undichtigkeiten am Anschluss (Mitte rechts), undichter Schacht im Schmutzwasserkanal (unten)**

Die Bereiche Poststraße und In den Kämpen sind mit 0,9 l/s wiederum eher als unauffällig zu bezeichnen, obwohl auch hier in der Haltung 150101 eindringendes Wasser erkennbar ist.

TEZG AEG/Sellerberg

An der Messstelle Mst_09 wurden insgesamt 5,9 l/s Fremdwasser (11 %) gemessen. Eine Differenzierung war an dieser Stelle nur zum Teil möglich. Die 1,9 l/s Fremdwasser aus dem Bereich Sellerberg konnten nicht weiter verfolgt werden. Ebenso war es unmöglich, den Fremdwasserzufluss (4,0 l/s) der Firmen AEG und Siepmann zu lokalisieren, da die Kanäle im Wesentlichen auf den Firmengeländen liegen. Die Auswertungen der vorliegenden Kamerabefahrungen und des Schadenskatasters weisen jedoch für den Sammler Emil-Siepmann-Straße Undichtigkeiten an mehreren Haltungen auf (s. Bild 249).



Bild 249: Fremdwassereintritt in der Haltung 160161 (Emil-Siepmann-Straße)

TEZG Fa. Persta/Ende Belecke

Dieses Teileinzugsgebiet umfasst im Wesentlichen das Gewerbegebiet Durchstich, die über den SK VII, Polizei angeschlossenen Gebiete Effener Weg, Drewer-/Kapellenweg, Industriepark Nord, die direkt an der Kläranlage angeschlossene Fa. Persta und das über den SK VIII, Persta angeschlossene Gebiet Welschenbeck/Beckerhaan. Als unauffällig mit insgesamt 0,7 l/s Fremdwasser erwiesen sich das über den SK VIII, Persta angeschlossene Gebiet, das Gewerbe Durchstich und der Sammlerabschnitt zwischen dem SK IV, Schützenhalle und dem Zufluss vom SK VII, Polizei bzw. dem Sammler von Drewer. Trotzdem konnte im Einzugsgebiet Welschenbeck/Beckerhaan (F30) eine Reihe von Undichtigkeiten, insbesondere im Sammler Max-Planck-Straße zwischen den Schächten 100051 bis 100056, lokalisiert werden.

Im Rahmen der Handmessungen wurden im Einzugsgebiet, das an den SK VII, Polizei angeschlossen ist, 2,8 l/s Fremdwasser gefunden. Es kann angenommen werden, dass dieses Fremdwasser im Wesentlichen zwischen den Schächten 120053 und 120056 durch Undich-

tigkeiten, aber auch durch Dränageleitungen dem Kanal zufließt, wie das nachfolgende Bild 250 belegt.

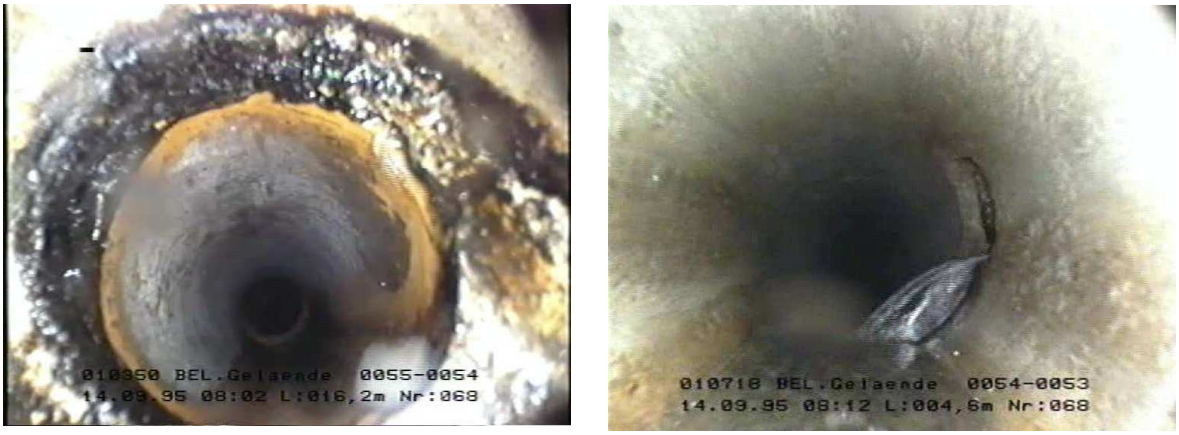


Bild 250: Fremdwassereintritt in der Haltung 120054 (links), Dränagezufluss in der Haltung 120053 (rechts)

Die gleiche Fremdwassermenge wurde im Sammlerabschnitt zwischen dem SK V Siepmann und dem Anschluss des Sammlers von Drewer gefunden. Die Kameraauswertung und das Schadenskataster liefern keine Hinweise auf einen Fremdwasserzufluss. Daher sollte dieser Bereich unbedingt noch einmal befahren werden, um mögliche Schäden und damit Fremdwasserzuflüsse lokalisieren zu können.

Im Rahmen einer Kamerabefahrung zwischen dem SK V, Siepmann und der Messstelle Mst_08, bei der festgestellt wurde, dass dieser Sammlerabschnitt keine Schäden aufweist, wurde ein kontinuierlicher Fremdwasserzufluss von der Fa. Persta gefunden. Dieser Schwerpunkt mit 2,1 l/s Fremdwasser konnte auf dem Firmengelände, das im Trennsystem entwässert wird, nicht weiter detailliert verfolgt werden. Die Kamerabefahrung weist jedoch in der Anschlussleitung von der Fa. Persta einen deutlichen Riss mit einströmendem Wasser auf (s. Bild 251).

Mit insgesamt 8,4 l/s Fremdwasser (16 %) ist das Teileinzugsgebiet Fa. Persta/Ende Belecke am auffälligsten.



Bild 251: Zufluss klares Wasser vom Gelände der Fa. Persta (links), Haltung 100091, Schaden in der Anschlussleitung der Fa. Persta (rechts)

Aus der Zusammenstellung in Tabelle 202 können die aktuellen Fremdwasserabflüsse, die zukünftige Fremdwasserreduzierung und die dazugehörigen Schäden entnommen werden. Die reduzierte Fremdwassermenge wurde anhand der TV-Befahrungen und der Ergebnisse der Handmessungen abgeschätzt. Ebenso ist versucht worden, die Nachhaltigkeit der Fremdwassersanierung mit einfließen zu lassen, sodass sich je nach Situation eine Fremdwasserreduzierung von 15 % bis 70 % ergibt. Eine Reduktion von 15 % wurde in den Fällen angesetzt, wo sich die vorgefundenen Schäden weiträumig im Teileinzugsgebiet verteilen. Demgegenüber wurde eine Fremdwasserreduzierung von 25 % dann angesetzt, wenn eine Sanierung eher im Sammler notwendig ist. In beiden Fällen erfolgt der Fremdwasserzufluss offensichtlich eher über angeschlossene Dränagen und weniger über die schadhafte Kanalisation. Ist dagegen eine Schadenshäufung innerhalb eines Sammlers in Verbindung mit einem Fremdwasserzufluss festgestellt worden, wurde von einer Reduktion von 50 % ausgegangen. Eine maximale Reduzierung von 70 % wurde zum einen dort gewählt, wo in erster Linie der Fremdwasserzufluss lokal begrenzt innerhalb aufeinanderfolgender Sammlerhaltungen auftritt, ohne dass offensichtlich Dränagen angeschlossen sind. Es gibt jedoch auch ein Trenngebiet, in dem neben Undichtigkeiten auch Fehlanschlüsse für einen erhöhten Fremdwasseranfall verantwortlich sind.

Tabelle 202: Voraussichtlicher Fremdwasserabfluss der Teileinzugsgebiete im EZG der KA Warstein-Belecke nach der Sanierung

Bezeichnung TEZG	Schäden	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
		$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Hirschberg-Süd (Mst_261)					
Hirschberg-Süd (linker Ast), Langenbruch	Keine Schäden identifiziert	1,7	3,2	0,0	0,0
Hirschberg-Süd (rechter Ast)	180129/180217 Verbindung undicht	1,3	2,4	0,2	0,4
Sammler Wolterssiepen	1800661 Verbindung undicht	0,7	1,3	0,1	0,2
Verbindungssammler vor SK H.-Bache	180079/180113 Verbindungen undicht, Scherbenbildungen, Dränage, Schacht undicht	0,8	1,5	0,6	1,1
Sammler vom RÜ Freibad	180066 Verbindung undicht, Dränage	0,6	1,1	0,3	0,6
TEZG Hirschberg-Nord (Mst_251)					
Hirschberg-Bache	180360/180384 Verbindung und Dichtung undicht	1,8	3,4	0,3	0,6
Hirschberg-Nord	180403/180413/180414/180549/180958 Verbindungen undicht, Risse	0,3	0,6	0,1	0,2
Anschlusssammler Hirschberg/TEZG Haspeler Ring/Romecke (Mst_01)					
Haspeler Ring, Teilfläche Romecke	Keine Schäden identifiziert	1,9	3,6	0,0	0,0
Anschlusssammler vom PW Hirschberg	51101S81/170177/ 170184 Scherbenbildungen, Stutzen und Verbindung undicht	2,8	5,3	1,9	3,6
TEZG Oberes Westerbachtal (Mst_04)					
Hamecke, Gummierungswerk	Keine Schäden identifiziert	2,1	3,9	0,0	0,0
HS zwischen Esser-Werke, Sammler von und zwischen, Querung Westerbach	160007/160008/160010/160013 undichte Verbindungen, undichte Schachtanschlüsse	2,9	5,5	2,0	3,8
Lehrwerkstatt Siepmann	160059/160060/160061/160063 Undichtigkeiten Rohrwandung	0,3	0,6	0,2	0,4

Bezeichnung TEZG	Schäden	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
		$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Silbke (Mst_05)					
HS vor Feuerwehr, Nebensammler allg.	Keine Schäden identifiziert	3,5	6,6	0,0	0,0
HS zwischen seitlichen Zuflüssen	130114 Stutzen undicht	2,4	4,5	0,4	0,8
seitliche Zuflüsse	130109/130126 Stutzen und Verbindung undicht	0,6	1,1	0,1	0,2
Sammler oberer Bereich	130102/130430 Stutzen und Verbindung undicht	0,8	1,5	0,1	0,2
TEZG Belecke Mitte (Mst_06)					
Hamacher Ring u. Beukenberg, Sammler zwischen Mst_06 u. Fläche	160136/160168 Verbindungen undicht 130141/130142/160071/160207 Verbindungen undicht	0,2	0,4	0,1	0,2
TEZG Siepmann-Werke/Unteres Westerbachtal (Mst_07)					
TEZG, HS zw. Mst_06 und SK Siepmann	Keine Schäden identifiziert	0,3	0,6	0,0	0,0
Berliner Str. und Sellerweg	130368 Riss undicht	0,2	0,4	0,1	0,2
TEZG Rüthen-Drewer/Anschlusssammler Drewer (Mst_02)					
Anschlusssammler Drewer	Keine Schäden identifiziert	0,9	1,7	0,0	0,0
HS vor SK Drewer	MK030226	0,9	1,7	0,6	1,1
TEZG Drewer	MK030091/MK030165/ MK030093/MK030094/ MK030111/MK030157/ MK030212/MK030213/ MK030219/MK030222/ MK030089/MK030090/ MK030096	4,2	7,9	0,6	1,1

Bezeichnung TEZG	Schäden	Fremdwasseranfall		reduzierbares Fremdwasser	
		$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,pM}$ *) [%]	$\Delta Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,pM}$ *) [%]
TEZG Schulzentrum/Unter'm Haane (Mst_03)					
Gewerbe Wiebusch	Keine Schäden identifiziert	0,8	1,5	0,0	0,0
Gewerbe Wiebusch Zufluss vor SK	140044 undichte Verbindung	0,6	1,1	0,1	0,2
Sammler nach SK Wiebusch, 2. Teil	140053/140056 undichte Verbindungen	2,0	3,8	0,3	0,6
Zufluss Schulzentrum und l. d. Kämpen	150101 undichte Verbindungen	0,9	1,7	0,1	0,2
Zufluss Schulzentrum und Unter'm Haane	150002/150003/150005/150047/150054/150078/150134 undichte Verbindungen, Risse	3,4	6,4	2,3	4,3
TEZG AEG/Sellerberg (Mst_09)					
Zufluss Sellerberg	Keine Schäden identifiziert	1,9	3,6	0,0	0,0
Zufluss zwischen Sellerberg und AEG	110146/1110157/110159/110164/110185/110187 undichte Verbindung, Scherben	4,0	7,5	2,0	3,8
TEZG Fa. Persta/Ende Belecke (Mst_08)					
HS vor SK Siepmann, HS hinter SK Schützenhalle, Gew. Durchstich	Keine Schäden identifiziert	3,2	6,0	0,0	0,0
Welschenbeck, Beckerhaan	100022/100051/100052/100054/100056 Stutzen und Verbindungen undicht	0,3	0,6	0,2	0,4
Sammler inkl. TEZG	120053/120055/120056 Stutzen und Verbindungen undicht	2,8	5,3	0,7	1,3
Fa. Persta	100069/100091 Lageabweichungen, Risse	2,1	3,9	1,5	2,8
Summe		**53,2**	**100**	**14,9**	**28,0**

*) bezogen auf den Gesamtfremdwasseranfall von $Q_{F,pM}$ = 53,2 l/s

Von den in der Messkampagne erfassten 53,2 l/s können bei erfolgreicher Sanierung rd. 15 l/s Fremdwasser reduziert werden, was einem Reduzierungspotenzial von rd. 28 % entspricht. Es verbleiben demnach zunächst rd. 72 % Fremdwasser im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke.

Das Reduzierungspotenzial fällt mit 28 % verhältnismäßig niedrig aus, da bei den Messkampagnen viele Fremdwasserquellen wegen des diffusen Eintrages von Fremdwasser nicht genau lokalisiert werden konnten. Darüber hinaus ergibt sich im Bereich der Mst_05 (TEZG Silbke) nach weitergehenden Untersuchungen noch ein höheres Reduzierungspotenzial.

6.2.2.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die bisherigen Fremdwasserangaben repräsentieren lediglich den Messzeitraum der 1. Jahreshälfte 2007. Die bisher gesammelten Erfahrungen zeigen, dass der Jahresbeginn in der Regel einen höheren Fremdwasserabfluss aufweist als der Rest des Jahres. Um die ermittelten Fremdwassermengen mit den Jahren der Vorauswertung vergleichen zu können, müssen die Halbjahreswerte auf Jahresmittelwerte umgerechnet werden.

Auf Basis der Monatsmittelwerte des Fremdwasserabflusses nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der letzten Jahre (2000 – 2005 und 2007) wurde jedes Jahr in zwei Hälften unterteilt. Dabei wurden die Monate Januar bis Juni zusammengefasst und zu einem Halbjahreswert gemittelt. Der Quotient aus dem Halbjahreswert und dem Jahresmittelwert ergibt einen Faktor, der das Verhältnis aus dem Fremdwasserabfluss im Halbjahr zum Fremdwasserabfluss im ganzen Jahr wiedergibt. Mit Hilfe dieses Faktors wurde der Fremdwasserabfluss des Messhalbjahres auf einen Fremdwasserabfluss des gesamten Jahres 2007 extrapoliert.

Im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke lag der langjährige Faktor im Mittel über die Jahre 2000 bis 2005 und 2007 bei 1,18 (s. Tabelle 203). Die Auswertung der Zuflussmessung auf der Kläranlage ergab für das Messjahr 2007 einen Faktor von 0,96. Mit Hilfe des Faktors 0,96 wurden die Halbjahreswerte der Fremdwassermesskampagne $Q_{F,pM}$ auf Jahreswerte $Q_{F,aM}$ extrapoliert. Die 2. Hälfte des Jahres 2007 fiel diesmal etwas nasser aus (August, September, November und Dezember) als das 1. Halbjahr, da im Jahresmittel etwas mehr Fremdwasser gemessen wurde.

Tabelle 203: Fremdwasserabflüsse nach der gleitenden 21-d Minimum-Methode der Jahre 2000 bis 2007 für die KA Warstein-Belecke

Jahr	$Q_{F,mM}$ [l/s]												$Q_{F,pM}$	$Q_{F,aM}$	Verhältnis Jan - Juni zu Jahresmittel
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittelwert Jan - Jun	Jahres-mittel	
2000	46	89	104,4	34,8	26,6	24,4	29,4	22,0	28,1	25,2	28,0	26,8	54,3 l/s	40,4 l/s	1,34
2001	33,0	44	51,8	45,0	29,7	30,6	26,8	17,8	37,1	23,8	26,8	39,6	39,1 l/s	33,9 l/s	1,15
2002	50,0	78	46,8	33,3	31,3	25,2	33,1	37,7	24,5	29,9	45,8	28,5	44,1 l/s	38,7 l/s	1,14
2003	65,4	46,5	39,6	28,4	27,2	25,8	21,5	19,0	24,2	33,6	30,9	45,3	38,8 l/s	34,0 l/s	1,14
2004	67,3	65,8	56,0	45,5	39,3	29,3	18,4	15,9	18,3	22,9	34,2	-	50,5 l/s	37,5 l/s	1,35
2005	54,2	67,8	66,0	63,4	50,4	30,8	34,8	38,9	36,8	32,1	35,6	49,1	55,4 l/s	46,7 l/s	1,19
2007	**61,2**	**51,4**	**50,4**	**20,0**	**19,3**	**27,0**	**27,1**	**47,8**	**42,6**	**28,1**	**53,1**	**49,5**	**38,2 l/s**	**39,8 l/s**	**Messjahr 0,96**
Mittelwert über die Jahre 2000 bis 2007 (außer 2006)															1,18

Die Fremdwasserverteilung im Einzugsgebiet bleibt dabei unverändert, wohingegen die absolute Fremdwassermenge in den einzelnen Teilgebieten größer wird. Zur besseren Darstellung folgt in Bild 252 das bereits bekannte Fließschema mit den umgerechneten Jahresmittelwerten in den einzelnen Teilgebieten.

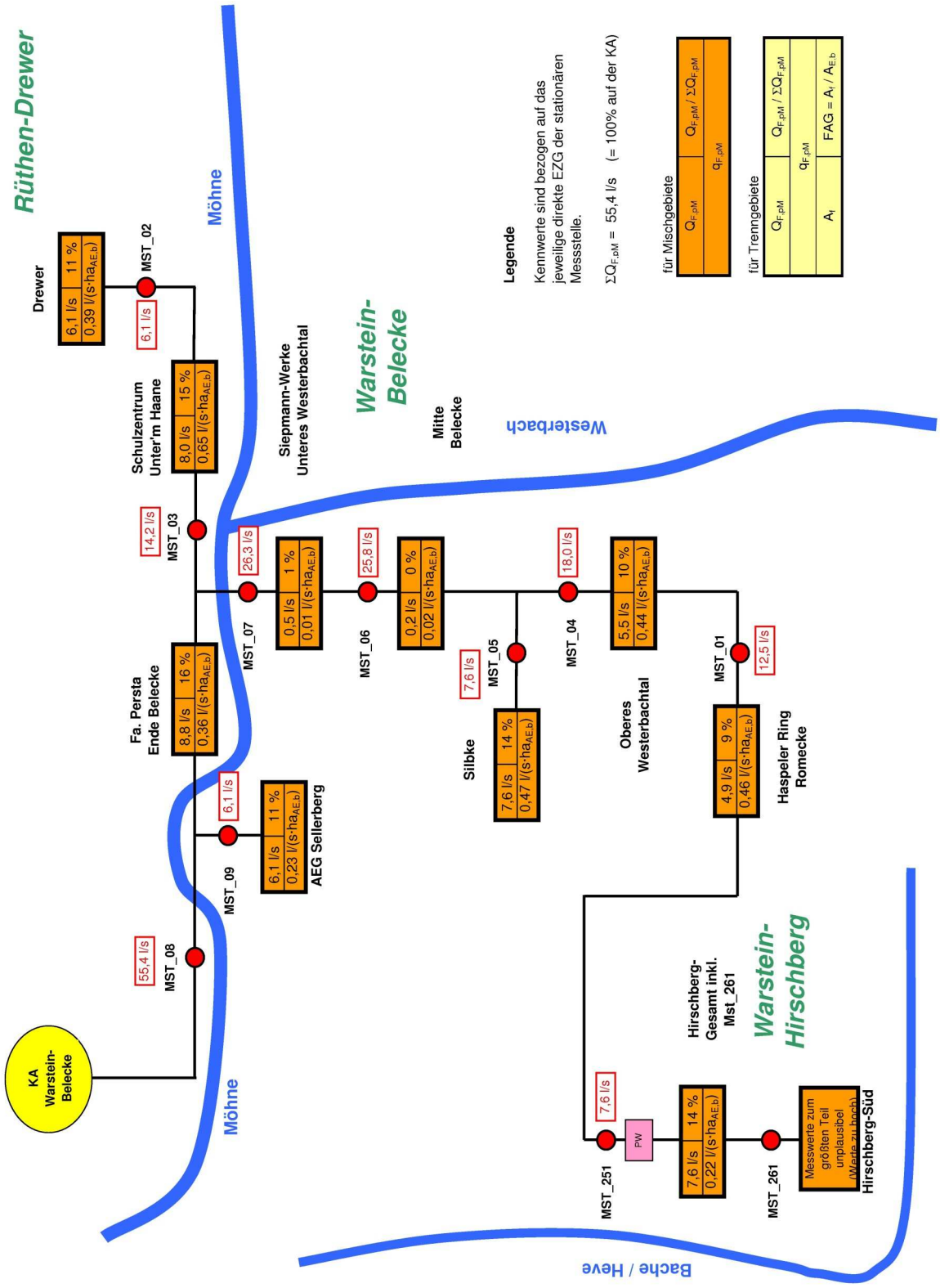


Bild 252: **Fremdwasserverteilung im EZG der KA Warstein-Belecke (umgerechnet auf Jahresmittelwerte 2007)**

Zur Auswertung und Beurteilung möglicher Maßnahmen wird im weiteren Verlauf nur noch von den Jahreswerten ausgegangen. Sie dienen als Grundlage zur Einschätzung einer möglichen Fremdwasserreduzierung und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Auch das mögliche Reduzierungspotenzial in jedem Teilgebiet muss auf einen Jahreswert umgerechnet werden, um abschließend beurteilen zu können, welche Maßnahme am wirtschaftlichsten und effektivsten ist. Dazu zeigt Tabelle 204 eine Übersicht der Fremdwasserschwerpunkte, in der neben den gemessenen Halbjahreswerten auch die umgerechneten Jahreswerte jedes Teilgebietes, die prozentuale und die absolute Reduzierungsmenge aufgeführt werden.

Insgesamt lassen sich durch die im Anschluss aufgeführten Sanierungsmaßnahmen im Jahresmittel ca. 15,6 l/s bzw. 28 % des Fremdwassers beseitigen.

Tabelle 204: Übersicht der reduzierbaren Fremdwassermengen im EZG der KA Warstein-Belecke

Bezeichnung	Messprogramm Jan – Juni	2007	reduziertes Fremdwasser (bezogen auf KA Warstein-Belecke)	
	$Q_{F,pM}$ [l/s]	$Q_{F,aM}$ [l/s]	$\Delta Q_{F,aM}$ [l/s]	Anteil [%]
Hirschberg	7,3	7,6	1,7	3,1
Sammler Hirschberg	4,7	4,9	2,0	3,6
Westerbachtal	13,3	13,8	3,1	5,6
Rüthen-Drewer	5,9	6,1	1,3	2,3
Oberes Möhnetal	7,7	8,0	2,9	5,2
Unteres Möhnetal	14,3	14,9	4,6	8,2
Summe	**53,2**	**55,4**	**15,6**	**28,0**

6.2.3 Erarbeitung von Handlungskonzepten

6.2.3.1 Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Fremdwasser

Zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Gesamtsituation müssen die lokalisierten Fremdwasserquellen im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke möglichst zeitnah beseitigt werden. Mit Hilfe der Stadtwerke Warstein und der Stadtwerke Rüthen wurden für die entdeckten Schäden Sanierungsmöglichkeiten abgestimmt und Kosten ermittelt.

Hirschberg

Anhand des Schadenskatasters konnten in Hirschberg 13 Kanalhaltungen lokalisiert werden, die als undicht klassifiziert worden sind. Die Haltungen 180413, 180958, 180217 müssen

kostenintensiv renoviert werden, erwirken jedoch nur eine geringe Fremdwasserreduzierung. Dagegen sind für die restlichen Haltungen mit höherem Reduzierungspotenzial im Wesentlichen Reparaturmaßnahmen vorgesehen. Die geschätzten Gesamtkosten liegen für alle Maßnahmen bei rd. 55.000 € brutto.

Sammler Hirschberg

Der Sammler weist an zwei Haltungen jeweils eine kleinere Scherbenbildung im Scheitel bzw. im Kämpfer auf, für die eine Reparatur vorgesehen ist. Dagegen liegen in der Haltung 51101S81 auf einer Länge von rd. 20 m an mehreren Stellen Risse mit Scherbenbildung vor. Hier wurden die Kosten für eine Renovierung angesetzt. Insgesamt belaufen sich die Kosten auf rd. 16.700 € brutto.

Westerbachtal

Im Westerbachtal sind die einzelnen Sanierungsmaßnahmen bis auf zwei Schwerpunkte innerhalb des Hauptsammlers (zwischen den Haltungen160007 und 160063) über das gesamte Einzugsgebiet verstreut. Im Teileinzugsgebiet Silbke entstehen bedingt durch die wirtschaftlichste Lösung in Form eines Neubaus (Haltungen 130102, 130109, 130430 und 160071) bzw. Renovierung (Haltung 130126) hohe Kosten, die jedoch nur eine geringe Fremdwasserreduzierung erwirken. Effektiver sind die Reparaturmaßnahmen innerhalb des Sammlers. Die Kosten werden mit insgesamt 121.100 € brutto angesetzt.

Rüthen-Drewer

In Rüthen-Drewer konzentrieren sich die Sanierungsmaßnahmen auf insgesamt 14 Haltungen, wovon allein die Hälfte unmittelbar vor dem SK Drewer liegt. Die restlichen Haltungen liegen innerhalb der Ortslage. Die Kosten für Reparatur- und Renovierungsmaßnahmen betragen ca. 30.800 € brutto.

Oberes Möhnetal

Für das Obere Möhnetal lassen sich die identifizierten Schäden durch Reparatur- und Renovierungsmaßnahmen beheben. Die hierfür veranschlagten Kosten betragen rd. 40.100 € brutto.

Unteres Möhnetal

Im Unteren Möhnetal wurden im Vorfeld anhand des Schadenskatasters 16 Haltungen als undicht klassifiziert. Die Sanierungsmaßnahmen sehen sowohl Reparatur- als auch Renovierungsmöglichkeiten vor, wobei bei zwei Haltungen (110146 und 110159) die Undichtigkeiten im Kanal am wirtschaftlichsten durch einen Neubau dauerhaft beseitigt werden kön-

nen. Die Gesamtkosten für die erforderlichen Neubau-, Reparatur- und Renovierungsmaßnahmen belaufen sich auf rd. 50.000 € brutto.

6.2.3.2 Ermittlung der Kosten der einzelnen Maßnahmen

Die im Rahmen der Handmessungen, Ortsbegehungen und Kamerabefahrungen bzw. des vorliegenden Schadenskatasters in den einzelnen Teileinzugsgebieten gefundenen Schadensbereiche sind mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen in Tabelle 205 bis Tabelle 210 aufgeführt. In Tabelle 211 folgt eine Übersicht aller geplanten Gesamtkosten.

Die Sanierungskosten wurden gemeinsam mit den Stadtwerken Warstein und den Stadtwerken Rüthen anhand ihrer Erfahrungen bei der Sanierung des öffentlichen Kanalnetzes abgeschätzt.

Tabelle 205: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Hirschberg

Bezeichnung TEZG	Haltung	Schäden	Sanierungskosten [€] brutto
Hirschberg-Bache	180360 180384	Verbindungen und Dichtung undicht	2.400
Hirschberg-Nord	180403 180413 180414 180549 180958	Verbindungen undicht, Risse	26.400
Sammler vom RÜ Freibad	180066	Verbindung undicht, Dränage	4.100
Hirschberg-Süd	180129 180217	Verbindungen undicht	15.400
Sammler Wolterssiepen	180661	Verbindungen undicht	2.400
Sammler vor SK Hirschberg-Bache	180079 180113	Verbindungen undicht, Scherbenbildung, Dränage, Schacht undicht	4.300
Summe Hirschberg (gerundet)			**55.000**

Tabelle 206: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Sammler Hirschberg

Bezeichnung TEZG	Haltung	Schäden	Sanierungskosten [€] brutto
Anschlusssammler von PW Hirschberg	51101S81	Verbindungen undicht, Scherbenbildung	16.700
Summe Sammler Hirschberg (gerundet)			**16.700**

Tabelle 207: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Westerbachtal

Bezeichnung TEZG	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
HS zwischen Esser-Werke (S161), Sammler von und zwischen F16g, Querung Westerbach	160007 160008 160010 160013	Verbindungen und Schachtan-schlüsse undicht	7.200
Lehrwerkstatt Siepmann	160059 160060 160061 160063	Verbindungen undicht	12.300
HS Silbke zwischen seitlichen Zuflüssen	130109 130126	Stutzen und Verbindungen undicht	20.800
Seitliche Zuflüsse zum HS Silbke	130114	Stutzen undicht	2.000
HS Silbke oberer Bereich	130102 130430	Stutzen und Verbindungen undicht	30.800
Hamacher Ring u. Beukenberg, Sammler	160136 160168 130141 130142 160071 160207	Verbindungen undicht	41.100
Berliner Str. und Sellerweg	130368	Riss	6.900
Summe Westerbachtal (gerundet)			**121.100**

Tabelle 208: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Rüthen-Drewer

Bezeichnung TEZG	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
HS vor SK Drewer	MK030226	Verbindungen und Dichtung undicht	3.300
Drewer	MK030091 MK030093 MK030094 MK030111 MK030157 MK030212 MK030213 MK030219 MK030222 MK030089 MK030090 MK030096 MK030165	Verbindungen undicht, Risse	27.500
Summe Rüthen-Drewer (gerundet)			**30.800**

Tabelle 209: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Oberes Möhnetal

Bezeichnung TEZG	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Gewerbe Wiebusch	140044	Verbindung undicht	1.900
Sammler nach SK Wiebusch	140053 140056	Verbindungen undicht	4.200
Zufluss Schulzentrum und I.d. Kämpen	150101	Verbindung undicht	1.800
Zufluss Schulzentrum und Unter'm Haane	150002 150003 150005 150047 150054 150078 150134	Verbindungen undicht, Risse	32.200
Summe Oberes Möhnetal (gerundet)			**40.100**

Tabelle 210: Schäden und geplante Sanierungskosten im Schwerpunkt Unteres Möhnetal

Bezeichnung TEZG	Haltung	Schäden	Sanierungs-kosten [€] brutto
Zufluss zwischen Sellerberg und AEG	110146 110157 110159 110164 110185 110187	Verbindungen undicht, Scherbenbildung	28.600
Welschenbeck/ Beckerhaan	100022 100051 100052 100054 100056	Verbindungen und Stutzen undicht	10.800
Sammler inkl. TEZG	120053 120055 120056	Verbindungen und Stutzen undicht	8.200
Fa. Persta	100069 100091	Verbindungen undicht, Risse	2.400
Summe Unteres Möhnetal (gerundet)			**50.000**

Tabelle 211: Zusammenfassung der Sanierungskosten

Bezeichnung TEZG	Sanierungs kosten [€] brutto
Hirschberg	55.000
Sammler Hirschberg	16.700
Westerbachtal	121.100
Rüthen-Drewer	30.800
Oberes Möhnetal	40.100
Unteres Möhnetal	50.000
Summe	**313.700**

6.2.3.3 Alternative Maßnahmenkonzepte

Neben den oft aufwendigen und kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen im Kanalnetz können alternative Maßnahmen beim Betrieb der Regenbecken die Mischwasseremissionen kurzfristig reduzieren.

Der Bau von zusätzlichem Behandlungsvolumen ist lt. SFB [33] im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke nicht vorgesehen, sodass Fremdwasserreduktionen keine Auswirkungen auf das noch zu realisierende Bauvolumen haben.

Im Rahmen der im Anschluss des Untersuchungsvorhabens durchzuführenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP) werden detaillierte modelltechnische Betrachtungen zu den möglichen alternativen Maßnahmenkonzepten vorgenommen.

6.2.4 Bewertung

6.2.4.1 Ermittlung des Nutzwertes der Sanierungsmaßnahmen bzw. Fremdwasserschwerpunkte (Nutzwertanalyse)

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, wurden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf die Abwasserabgabenrelevanz, die Fremdwasserreduzierung, die Kanalnetz- und Kläranlagenemissionen sowie auf die Immissionssituation der Gewässer bewertet. Mit Hilfe einer Bewertungsmatrix wurden die Sanierungsmaßnahmen für die verschiedenen Orte bzw. Fremdwasserschwerpunkte beurteilt.

Es ergeben sich insgesamt 6 Bewertungsmatrizes, die im Anhang C dokumentiert sind. In Tabelle 212 und Bild 253 sind die Ergebnisse der Nutzwertermittlung tabellarisch bzw. grafisch zusammengestellt. Die Nutzwerte sind einzugsgebietsspezifisch und wurden anteilig zum Fremdwasseranfall auf der Kläranlage bewertet. Aus diesem Grund sind die nachfolgend aufgeführten Nutzwerte nicht mit denen anderer Kläranlagen vergleichbar.

Tabelle 212: Zusammenfassung der Nutzwerte für die einzelnen Bewertungsbereiche

Rang	Bezeichnung des Teileinzugsgebietes zur Nutzwertermittlung	Nutzwerte					
		Abwasserabgabenrelevanz	Fremdwasserreduzierung	Kanalnetzemissionen	Kläranlagenemissionen	Immissionssituation	**Summe**
1	Unteres Möhnetal	30	28	0	10	12	**80**
2	Oberes Möhnetal	0	27	13	0	12	**52**
3	Westerbachtal	0	33	8	0	6	**47**
4	Hirschberg	0	26	15	0	6	**47**
5	Sammler Hirschberg	0	36	0	0	6	**42**
6	Rüthen-Drewer	0	27	0	0	6	**33**

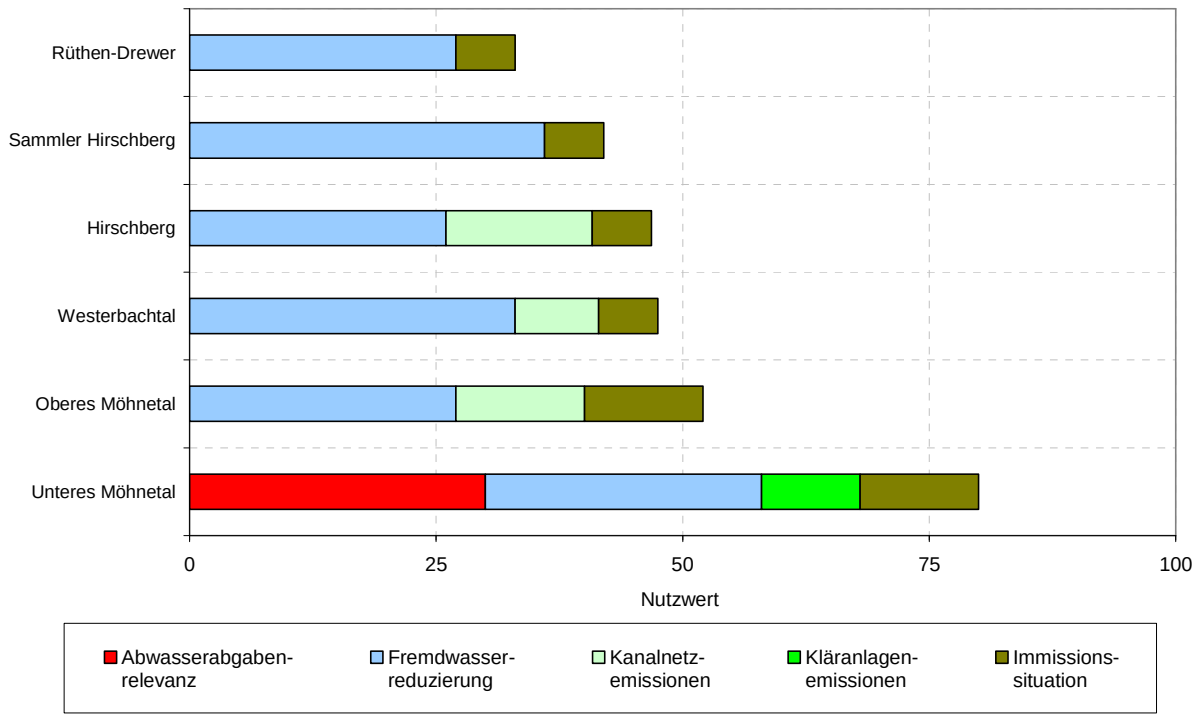


Bild 253: Zusammenstellung der Nutzwerte

Am auffälligsten ist, dass lediglich die Maßnahmen im Unteren Möhnetal durch die Höhe der Fremdwasserreduzierung Auswirkungen auf die Abwasserabgabe haben.

Ausschlaggebend für den Nutzwert ist für alle Schwerpunktbereiche vor allem das Kriterium „Fremdwasserreduzierung“. Bei der Bewertung der absoluten Reduzierung des Fremdwasseranfalls spielt neben der absoluten Menge der Fremdwasserreduzierung auch die Lokalität des spezifischen Fremdwasseranfalls eine Rolle. Der auf Sammlerstrecken bezogene spezifische Fremdwasseranfall spielt im vorliegenden Fall, insbesondere am Sammler Hirschberg, eine Rolle, weil dort eine längere Sammlerstrecke ohne wesentliche flächenhafte Anschlüsse zur Sanierung ansteht.

Für das Kriterium „Kanalnetzemissionen“ wurden eine Bewertung auf den Verhältniswert nach A 128 vom erforderlichen zum vorhandenen Beckenvolumen, die jährliche Entlastungsdauer und eine Abschätzung über etwaige CSB-Reduktionen bezogen auf die jeweilige Mischwasserentlastung und auf die Gesamtemissionen im Gesamteinzugsgebiet herangezogen. Für die Emissionsbetrachtung wurde im Rahmen dieser Bearbeitung ein aktuelles Schmutzfrachtmodell aufgestellt, um die Auswirkungen der jeweiligen Fremdwasserreduzierungsmaßnahme besser beurteilen zu können. Auch wenn zum Zeitpunkt der Berichterstellung auf ein kalibriertes Modell verzichtet wurde – dieses wird im Anschluss des Untersu-

chungsvorhabens in Form der Integralen Entwässerungsplanung (IEP) nachgeholt – kann schon jetzt eine genauere Abschätzung der CSB-Reduktion sowie des Einflusses der Fremdwasserreduzierung auf die Entlastungsdauer der jeweiligen Behandlungsanlage im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke angestellt werden. Durch eine Verbesserung der CSB-Emission an den Mischwassereinleitungen und eine nennenswerte Verringerung der Entlastungsdauer weisen die Schwerpunkte Hirschberg, Westerbachtal und Oberes Möhnetal gegenüber den restlichen Schwerpunkten Nutzwerte beim Kriterium „Kanalnetzemissionen“ auf.

Bei den Kläranlagenemissionen kann durch die Reduzierung des Fremdwassers lediglich im Unteren Möhnetal eine geringfügige Verbesserung der Reinigungsleistung von 1 % erzielt werden. Basis war hierbei die Eliminationsleistung von 2007, die beim CSB bei 81 %, beim N_{ges} bei 46 % und beim P_{ges} bei 83 % lag.

Bei der Bewertung der Immissionssituation im Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke hat die Reduktion des Fremdwassers eine untergeordnete Bedeutung. Zum einen sind der Westerbach und die Möhne, welche die entlasteten Niederschlagswässer aufnehmen, leistungsstarke Gewässer, zum anderen liegen über die kleineren Gewässer nur sehr wenige Daten vor. Eine Abschätzung, ob durch die Fremdwasserreduzierung eine Verbesserung der Gewässergüteklasse erzielt werden kann, ist dort nicht möglich.

Den höchsten Gesamtnutzwert haben demnach die Sanierungsmaßnahmen im Unteren Möhnetal. Die Sanierungsmaßnahmen in den verbleibenden Teilgebieten erhalten lediglich mittelmäßige Nutzwerte, da hier im Vergleich zu den übrigen Schwerpunkten zum Teil deutlich weniger Fremdwasser anfällt.

6.2.4.2 Abschätzung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Werden der Nutzwert und die Sanierungskosten ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich die in der Tabelle 213 aufgeführte Rangfolge.

Tabelle 213: Zusammenstellung der Nutzwert-Kosten-Verhältnisse

Rang	Teileinzugsgebiet	Nutzwert	Kosten [€] brutto	Nutzwert/Kosten [1/1.000 €]
1	Sammler Hirschberg	42	16.700	**2,51**
2	Unteres Möhnetal	80	50.000	**1,60**
3	Oberes Möhnetal	47	40.100	**1,17**
4	Rüthen-Drewer	33	30.800	**1,07**
5	Hirschberg	47	55.000	**0,85**
6	Westerbachtal	52	121.100	**0,43**

Hier ergeben sich etwas andere Prioritäten als bei der alleinigen Betrachtung der Nutzwerte. Es ist deutlich zu erkennen, dass das Nutzwert-Kosten-Verhältnis klar von den Kosten beeinflusst wird. Maßnahmen, die mit wenig Kosten verbunden sind, sind zu priorisieren. An erster Stelle steht die Sanierung des Sammlers Hirschberg, da sich hier der größte Faktor aus Nutzwert/Kosten ergibt. Danach folgen fast gleichwertig das Untere Möhnetal, das Obere Möhnetal sowie die Ortslage Rüthen-Drewer. Die Maßnahmen in Hirschberg stehen an fünfter Stelle. Die Maßnahmen im Westerbachtal weisen aufgrund der hohen Kosten das geringste Nutzwert-Kosten-Verhältnis auf.

Zusammenfassend sind in Bild 254 die in der Nutzwertanalyse aufgenommenen Teileinzugsgebiete und deren Rangfolge in rot dargestellt. Grau hinterlegt sind die übrigen Teileinzugsgebiete in Warstein-Belecke, die nicht als Fremdwasserschwerpunkte eingestuft wurden.

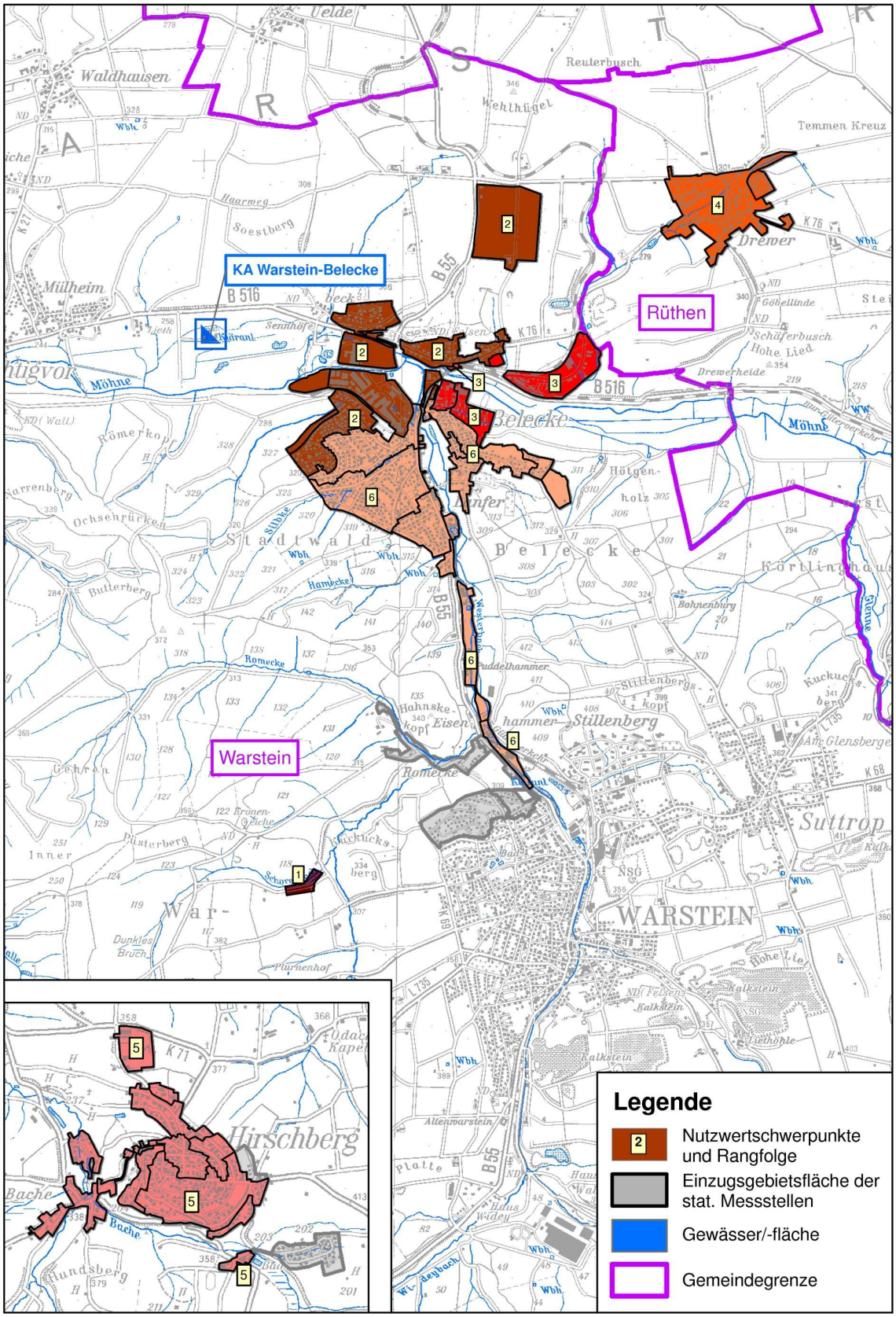


Bild 254: **Fremdwasserschwerpunktgebiete mit Rangfolge der Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung als Ergebnis der Nutzwert-Kosten-Analyse**

Für sämtliche Nutzwertgebiete sind in ähnlicher Form die Nutzwert-Kosten-Verhältnisse der jeweiligen erreichbaren Fremdwasserreduzierung in Bild 255 gegenübergestellt. Demnach fallen insbesondere das Untere und das Obere Möhnetal auf, deren Nutzwert-Kosten-Verhältnis mit 1,60 bzw. 1,17 den Rang 2 und 3 ergeben, die erreichbare Fremdwasserreduzierung allerdings mit rd. 3 l/s bzw. 5 l/s nahezu den größten Anteil im ganzen Einzugsgebiet der KA Warstein-Belecke darstellt.

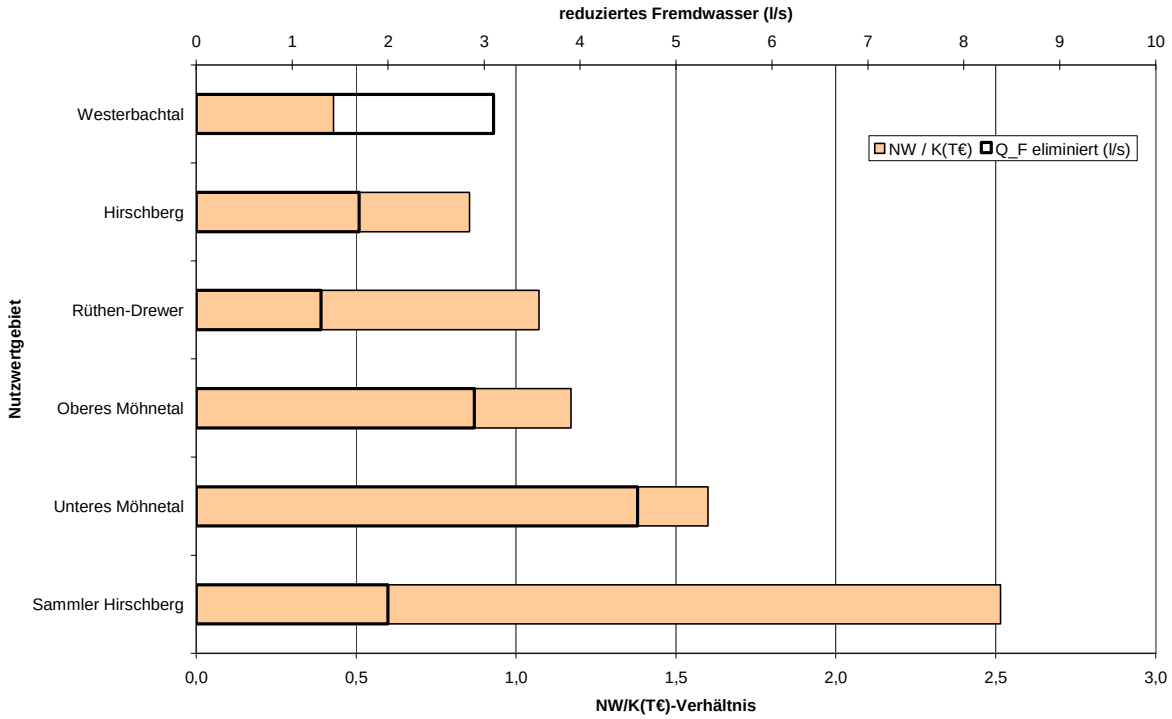


Bild 255: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Nutzwert-Kosten-Analyse und des voraussichtlich eliminierbaren Fremdwassers

7 Zusammenfassung

Fremdwasser kennzeichnet den in der Kanalisation unerwünschten Abfluss an unverschmutztem Abwasser, der keiner Abwasserbehandlung unterzogen werden muss. In Deutschland sind nahezu alle Bundesländer zu unterschiedlichen Anteilen von Fremdwasser betroffen. Deutliche Schwerpunkte gibt es im Bereich der Mittelgebirgsregionen, zu denen auch das Sauerland und damit Teile des Ruhrverbandsgebietes gehören.

Ein optimierter Betrieb der Anlagen zur Abwasserableitung und -behandlung wird auf vielfältige Weise durch die unerwünschte Abflusskomponente Fremdwasser behindert. So führt der durch Grundwasser und Niederschlag verursachte Fremdwasserabfluss durch längere und häufigere Entlastungen von Regenbecken sowie einen reduzierten Wirkungsgrad der Frachtelimination bei Kläranlagen zu höheren Emissionen in die Gewässer. Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung des Fremdwasseranfalls wirken sich daher in jedem Fall günstig auf die Abwasserbehandlungseffizienz der Ortsentwässerung aus. Auch aus ökonomischer Sicht bringt eine Fremdwasserreduzierung Vorteile mit sich. Die Energiekosten bei Pumpwerken sinken beispielsweise und die Abwasserabgabe verringert sich.

Mit einem einwohnerspezifischen Fremdwasseranfall von 214 l/(E · d) und einem Fremdwasserzuschlag von etwa 127 % im Jahr 2004 gehört das Ruhreinzugsgebiet zu den stark mit Fremdwasser belasteten Regionen in Deutschland. Im Vergleich hierzu betrug der mittlere Fremdwasseranfall in Deutschland im Jahr 2004 mit 64 l/(E · d) bzw. etwa 35 % FWZ weniger als ein Drittel. Nicht nur der im Mittel deutlich höhere Fremdwasseranfall, sondern auch seine stark unterschiedliche räumliche und zeitliche Verteilung in den einzelnen Kläranlageneinzugsgebieten behindert trotz weitgehend ausgebauter Niederschlags- und Abwasserbehandlung die optimierte Funktion der Teilsysteme der Siedlungsentwässerung.

Daher hat der Ruhrverband gemeinsam mit dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, der Bezirksregierung Arnsberg sowie den Umweltverwaltungen NRW ein Untersuchungsvorhaben initiiert, dessen übergeordnetes Ziel es ist, in enger Zusammenarbeit mit den Kommunen Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung oder zum Umgang mit Fremdwasser zu erarbeiten. Im nun vorliegenden Abschlussbericht der dritten Projektphase werden die Ergebnisse zu den zehn Kläranlageneinzugsgebieten Meinerzhagen-Valbert, Schmallenberg (Kernstadt, Bracht, Holthausen, Nordenau, Westfeld und Wormbach), Warstein und Warstein-Belecke sowie Volmetal dargestellt.

Der besondere Schwerpunkt bei der Erarbeitung von Handlungsoptionen zur Vermeidung bzw. zum Umgang mit Fremdwasser lag nicht nur auf der Identifikation von Fremdwasserquellen, sondern auch auf der Analyse der fremdwasserbedingten Probleme in der Siedlungsentwässerung. Neben der emissionsseitigen Betrachtung der Niederschlags- und Abwasserbehandlung wurde auch versucht, die Auswirkungen eines erhöhten Fremdwasseranfalls auf die Qualität der aufnehmenden Gewässer zu bewerten. Mittels fest installierten stationären und mobilen Durchflussmesseinrichtungen konnte das Fremdwasseraufkommen sowohl im Gesamtgebiet als auch in den einzelnen Teileinzugsgebieten quantifiziert werden. Ergänzende Handmesskampagnen und Kamerabefahrungen lieferten in den betroffenen fremdwasserrelevanten Gebieten eine genauere Ortung der Fremdwasserquellen. Abschließend wurde eine Nutzwertanalyse mit emissions- und immissionsbasierten Bewertungskriterien durchgeführt, die zusammen mit den ermittelten Sanierungskosten über ein Nutzwert-Kosten-Verhältnis eine Priorisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen ermöglicht hat.

Im Einzugsgebiet der **KA Meinerzhagen-Valbert** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 9,3 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 207 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode von 307 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserschwerpunkte in den Ortsteilen Valbert-West, Valbert-Ost und Valbert-Mitte sowie in den trennentwässerten Ortschaften Rinkscheid/Grotewiese und Mühlhofe identifiziert werden. Gemeinsam mit der Stadt Meinerzhagen wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung, wie beispielsweise Maßnahmen zur Kanalerneuerung, Entflechtung eines Baches vom Kanalnetz sowie die Umklemmung falsch angeschlossener Regenwassereinleitungen, erarbeitet. Die Summe der Kosten beläuft sich auf 366.000 € brutto. Hierbei entfallen 176.000 € auf die Sanierung der öffentlichen Kanalisation.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von rd. 13 l/s. Durch die vorgeschlagenen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um rd. 63 % auf 5 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 114 %. Nach Lokalisierung weiterer diffuser Fremdwasserquellen und Einbeziehung von privaten Abwasserleitungen, beispielsweise im Ortskern von Valbert, erscheint eine weitere Reduzierung des Fremdwassers erreichbar.

Im Einzugsgebiet der **KA Schmallenberg** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 63 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 316 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode von 364 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserschwerpunkte in den Ortsteilen Oberkirchen, Gleidorf, Gewerbegebiet Lake, Robbecke/Im Alten Felde, Grafschaft und Südoststadt identifiziert werden. Gemeinsam mit der Kommune wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung, wie beispielsweise die Entflechtung einer Bachquelle, das Umklemmen von an den Mischwasserkanal angeschlossenen Regenwasserkanälen und Sanierungen im öffentlichen Kanal, erarbeitet. Die Summe der Kosten beläuft sich auf 893.500 € brutto. Hierbei entfallen 502.500 € auf die Sanierung der öffentlichen Kanalisation.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 66 l/s. Durch die vorgeschlagenen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um 52 % auf 34 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 189 %. Nach Lokalisierung weiterer diffuser Fremdwasserquellen und Einbeziehung von weiteren privaten Abwasserleitungen, beispielsweise im Bereich der Südoststadt, erscheint eine weitere Reduzierung des Fremdwassers erreichbar.

Im Einzugsgebiet der **KA Schmallenberg-Bracht** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 8,6 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 864 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode von 891 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserschwerpunkte in den Straßen Im Ruthen, Bachstraße, Christine-Koch-Straße, Linden- und Ringstraße identifiziert werden. Gemeinsam mit der Kommune wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung, wie der Einsatz von Partlinern zur Reparatur punktueller Schäden oder Inlinern zur Renovierung flächenhafter Schäden bzw. auch Erneuerungen, erarbeitet. Des Weiteren werden an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossene Hof- und Dachflächen abgekoppelt und zukünftig an den Regenwasserkanal angeschlossen.

Die Summe der Kosten der vorgeschlagenen Maßnahmen beläuft sich auf 230.000 € brutto. Hierbei entfallen 136.000 € auf die Sanierung der öffentlichen Kanalisation.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 9,8 l/s. Durch die vorgeschlagenen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um 64 % auf 3,5 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 318 %.

Im Einzugsgebiet der **KA Schmallenberg-Holthausen** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 1,2 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 143 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode von 313 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserschwerpunkte im trennentwässerten Ortskern von Holthausen identifiziert werden. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um an den Schmutzwasserkanal fehlangeschlossene befestigte Flächen in der Kirchstraße. Gemeinsam mit der Kommune wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung, wie beispielsweise die Abkoppelung dieser Flächen und auch die Umwandlung der zurzeit noch mischentwässerten Heustraße in ein Trennsystem, erarbeitet und vorgeschlagen. Die Summe der Kosten beläuft sich auf 77.000 € brutto. Bei dieser Summe entfallen 2.000 € auf die Sanierung der öffentlichen Kanalisation, 30.000 € auf die Abkoppelung von privaten Fehlanschlüssen und 45.000 € auf die Umrüstung der Heustraße in ein Trennsystem.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 2,5 l/s. Durch die vorgeschlagenen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um 49 % auf 1,3 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 163 %.

Im Einzugsgebiet der **KA Schmallenberg-Nordenau** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 3,1 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 972 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode von 933 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserschwerpunkte im Ortskern von Nordenau im Alten Weg und im Talsammler identifiziert werden. Der Ortsteil Nesselbach ist bis auf wenige fehlangeschlossene Flächen nahezu fremdwasserfrei. Gemeinsam mit der Kommune wurden konkrete Kanalsanierungsmaßnahmen zur Fremdwasserreduzierung im öffentlichen Bereich erarbeitet. Die Summe der Kosten beläuft sich hierfür auf 59.900 € brutto. Hierbei handelt es sich vollständig um Maßnahmen im öffentlichen Bereich.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 2,8 l/s. Durch die vorgeschlagenen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um 59 % auf 1,1 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 367 %. Nach Lokalisierung weiterer diffuser Fremdwasserquellen und Einbeziehung von privaten Abwasserleitungen erscheint eine weitere Reduzierung des Fremdwassers erreichbar.

Im Einzugsgebiet der **KA Schmallenberg-Westfeld** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 5,9 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 413 %. Für das Messjahr 2007 lag der Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode bei 636 %.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserschwerpunkte im Ortskern von Westfeld und im östlich gelegenen Ortsteil Ohlenbach identifiziert werden. Gemeinsam mit der Kommune wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung, wie beispielsweise die Abkoppelung eines Teichüberlaufs in Ohlenbach sowie die Kanal- und Schachtsanierung im Ortskern, erarbeitet. Kurz vor der Kläranlage kann durch Aufhöhung eines Schachtdeckels der Zufluss von Oberflächenwasser in das Kanalisationsnetz unterbunden werden. Die Summe der Kosten beläuft sich auf 17.200 € brutto. Hierbei entfallen etwa 500 € auf private Maßnahmen im Ortsteil Ohlenbach und 16.700 € auf die Sanierung der öffentlichen Kanalisation im Ortskern.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 8,9 l/s. Durch die vorgeschlagenen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um 62 % auf 3,4 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 243 %.

Im Einzugsgebiet der **KA Schmallenberg-Wormbach** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 2,6 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 444 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode von 767 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserquellen im westlichen und östlichen Ortsteil von Wormbach lokalisiert werden, mit eindeutigem Schwerpunkt auf dem mischentwässerten Wohngebiet Neue Ennest/Ennest im östlichen Wormbach. Gemeinsam mit der Kommune wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung erarbeitet, wie beispielsweise die Sanierung undichter öffentlicher Kanäle oder die Abkoppelung fehlangeschlossener privater Dränagen. Alternativ wird überlegt, das mischentwässerte Wohngebiet Neue Ennest in ein Trennsystem umzuwandeln. Die Summe der Kosten beläuft sich auf 89.000 € brutto. Hierbei entfallen 44.000 € auf die Sanierung der öffentlichen Kanalisation und geschätzte 45.000 € auf die Abkoppelung privater Dränagen.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 4,6 l/s. Durch die vorgeschlagenen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um 79 % auf 1,0 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 167 %. Nach Lokalisierung weiterer diffuser Fremdwasserquellen und Abkoppelung vermuteter fehlangeschlossener befestigter Flächen im Trennsystem erscheint eine weitere Reduzierung des Fremdwassers und eine Optimierung der Kläranlagenleistung erreichbar.

Im Einzugsgebiet der **KA Volmetal** ergab sich aus den Vorauswertungen in den Entwässerungsgebieten Kierspe, Halver und Lüdenscheid über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 85 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 186 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode von 206 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserschwerpunkte in den Einzugsgebieten Kierspe und Halver sowie in den Lüdenscheider Bereichen Ahelle, Talstraße (westl. Bereich) und Lösenbacher Landstraße (westl. Bereich) identifiziert werden. Gemeinsam mit den Kommunen wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung, wie beispielsweise die Abkoppelung eines Siepens im Einzugsgebiet Halver und eines Teichüberlaufes im Einzugsgebiet Lüdenscheid, erarbeitet. Das Gros der Fremdwassereintritte erfolgt haupt-

sächlich über schadhafte Kanalhaltungen und Schächte. Durch Sanierungsmaßnahmen in den Kanalnetzen kann die Infiltration von Fremdwasser erheblich reduziert werden. Die Summe der Kosten zur Sanierung der öffentlichen Kanalisationen einschließlich der Abkoppelungsmaßnahmen beläuft sich auf rd. 2.103.100 € brutto. Bei dieser Summe entfallen auf das EZG Kierspe 3.300 €, das EZG Halver 504.500 € und auf das EZG Lüdenscheid 1.595.300 €.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 95 l/s. Durch die vorgeschlagenen fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um 60 % auf 38 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 82 %. Nach Lokalisierung weiterer diffuser Fremdwasserquellen und Einbeziehung von privaten Abwasserleitungen erscheint eine weitere Reduzierung des Fremdwassers erreichbar.

Im Einzugsgebiet der **KA Warstein** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2006 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von rd. 61 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 131 %. Ohne Berücksichtigung der Warsteiner-Brauerei, die separat über einen sogenannten Brauereikanal an die Kläranlage angeschlossen ist, ergibt sich für das restliche gesamte Einzugsgebiet ein mittlerer Fremdwasserzuschlag von 358 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode unter Berücksichtigung der Warsteiner-Brauerei von 171 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogrammes konnten Fremdwasserschwerpunkte in den Bereichen Warstein-Süd-West, Warstein-Zentrum und Warstein-Schoren sowie in Bereichen entlang des Rangestranges, am Brauereikanal und im Ortsteil Suttrop identifiziert werden. Gemeinsam mit den Stadtwerken Warstein wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung erarbeitet. Eine am Hauptsammler angeschlossene Dränage könnte in den nahe gelegenen Westerbach umgeleitet werden. Weitere Fremdwassereintritte könnten durch Sanierungsmaßnahmen im öffentlichen Kanalnetz reduziert werden. Die Summe der Kosten beläuft sich auf 219.600 € brutto. Hierbei entfallen 179.600 € auf die Sanierung der öffentlichen Kanalisation. Für die Umleitung der Dränage wurden aufgrund der schwierigen Zugänglichkeit (Hauptstraße, B55) Kosten von rd. 40.000 € brutto veranschlagt.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 80 l/s. Durch die vorgeschlagenen

fremdwasserreduzierenden Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um rd. 31 % auf 56 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 119 % mit Berücksichtigung des separaten Schmutzwasserzuflusses der Warsteiner Brauerei. Ohne Berücksichtigung der Brauerei ergibt sich nach erfolgreicher Sanierung ein Fremdwasserzuschlag von etwa 297 %. Nach Lokalisierung weiterer diffuser Fremdwasserquellen und Einbeziehung von privaten Abwasserleitungen, beispielsweise auf dem Gelände der Westfälischen Klinik, erscheint eine weitere Reduzierung des Fremdwassers erreichbar.

Im Einzugsgebiet der **KA Warstein-Belecke** ergab sich aus den Vorauswertungen über die Jahre 2000 bis 2005 nach der Jahresschmutzwassermethode ein mittlerer Fremdwasserabfluss von 51 l/s, entsprechend einem Fremdwasserzuschlag von 315 %. Für das Messjahr 2007 wurde ein Fremdwasserzuschlag nach der Nachtminimum-Methode von 334 % errechnet.

Im Rahmen des Messprogramms konnten Fremdwasserschwerpunkte in den Ortsteilen Hirschberg und Rüthen-Drewer sowie im Sammler Hirschberg und vereinzelt in den Bereichen parallel zum Westerbach und der Möhne identifiziert werden. Gemeinsam mit den Kommunen wurden konkrete Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung erarbeitet, wie beispielsweise die Renovierung einer Haltung des Sammlers Hirschberg und verschiedener Abschnitte im Hauptsammler im Westerbachtal. Die Summe der Kosten beläuft sich auf 313.700 € brutto. Hiervon entfallen 266.200 € auf die Sanierung der öffentlichen Kanalisation der Stadtwerke Warstein, 30.800 € auf die Sanierung der Kanalisation der Stadtwerke Rüthen und 16.700 € auf die Sanierung des Ruhrverbandssammlers Hirschberg.

Aus den auf das ganze Jahr 2007 hochgerechneten Auswertungen des Messprogramms ergab sich ein Fremdwasserabfluss zur Kläranlage von 55 l/s. Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen lässt sich der Fremdwasserabfluss bezogen auf das Jahr 2007 um 28 % auf 40 l/s reduzieren. Der nach der Umsetzung dieser Maßnahmen zu erwartende Fremdwasserzuschlag liegt damit bei etwa 240 %.

Zusammenfassend wurden die im Antrag zum Untersuchungsvorhaben definierten Ziele erreicht, sodass in allen untersuchten Einzugsgebieten Fremdwasserschwerpunkte identifiziert und entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung des Fremdwasserabflusses vorgeschlagen werden konnten. Nach Ermittlung der Kosten und des Nutzwertes der durchzuführenden Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung wurden Empfehlungen für eine Priorisierung und damit für eine zeitliche Ausführungsschiene gegeben.

8 Fazit und Ausblick

Im Ergebnis der nun vorliegenden dritten Projektphase des Untersuchungsvorhabens ist festzustellen, dass sich das bereits in der ersten Projektphase aufgestellte Vorgehen zur Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Vermeidung, Verminderung und zum Umgang mit Fremdwasser als prinzipiell richtig erwiesen hat. Durch die gezielten Untersuchungen und mit Hilfe der konkreten Handlungsempfehlungen konnten eine nachhaltige Verminderung des Fremdwasseranfalls und gleichzeitig konkrete Empfehlungen zur Optimierung der Siedlungsentwässerung abgeleitet werden.

Die Anordnung der Kanalisationsmesskampagne in den Monaten Januar bis Juni des Jahres 2007 hat sich als wesentliche Basis zur Formulierung der Handlungsempfehlungen als repräsentativ für den Fremdwasseranfall in den untersuchten Einzugsgebieten herausgestellt. Auch das prinzipielle Vorgehen, ausgehend von stationären Durchflussmessstellen über die weitere Verfeinerung des Messsystems mit Hilfe von Handmesskampagnen, kann für die nächsten Projektphasen als Grundlage herangezogen werden bzw. wird bereits in allen übrigen laufenden Projektphasen aktiv umgesetzt.

Die Identifizierung der Fremdwasserquellen und die Zuordnung zu konkreten Eintragspfaden, die als wesentliche Voraussetzung zur Ableitung von Sanierungsempfehlungen notwendig ist, gelingen mit Hilfe der vorgenannten Handmesskampagnen und ergänzenden Kamerabefahrungen. Dieses Vorgehen wird auch weiterhin umgesetzt.

Die Anordnung von Grundwassermessstellen hat sich bezogen auf die Verwertbarkeit der Messergebnisse im Hinblick auf Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung nur in Sonderfällen als sinnvoll herausgestellt. Bedingt durch die Mittelgebirgslage Sauerland sind ausgeprägte Porengrundwasserleiter nur im Auen- bzw. Talbereich zu finden, die wiederum sehr gut mit den Gewässerpegeln der Flüsse korrelieren. Im Kluftgrundwasserleiter in den Hang- und Gebirgslagen lässt sich i. d. R. kein einheitlicher Grundwasserstand messen. Sinnvoll sind Grundwassermessungen in eng bebauten Siedlungsgebieten, in denen nach einer eventuellen Kanalsanierung oder anderweitigen Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung auch ein Anstieg des Grundwasserspiegels zu erwarten ist.

Da in Trennsystemen ein nicht unerheblicher Anteil des Fremdwasseranfalls auf Fehlanschlüsse oder gezielte Einleitungen von Dränage- bzw. Niederschlagswasser in den Schmutzwasserkanal zurückgeführt werden kann, ist in diesen Gebieten für diese Fehlanschlüsse im Verdachtsfall ebenfalls sehr frühzeitig der Einsatz von Signalnebelverfahren

oder anderen lokalen Identifizierungsstrategien anzustreben. Da die erhobenen Messdaten im weiteren Verlauf auch zur modelltechnischen Kalibrierung der entsprechenden Abfluss- bzw. Schmutzfrachtmodelle dienen sollen, ist eine repräsentative Erfassung des Niederschlags im gesamten Einzugsgebiet unerlässlich. Durch eine gezielte Ausstattung der Einzugsgebiete mit jeweils mindestens drei Niederschlagsschreibern gelingt die Umsetzung dieser Vorgaben.

Besonders vorteilhaft im Hinblick auf die konkrete Identifizierung der Fremdwasserquellen und die Erarbeitung von Sanierungsstrategien hat sich die Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen und den Umweltverwaltungen erwiesen. Im direkten Dialog war es möglich, von der Konzipierung der Messkampagne bis zur Ableitung von detaillierten Sanierungsvorschlägen auf die Erfahrungen der Beteiligten zurückzugreifen und diese nutzbringend in das Projekt einzubinden. Für zukünftige Projekte dieser Art ist anzustreben, noch frühzeitiger den Kanalzustand in die Überlegungen zum Aufbau des Messstellennetzes und die Initiierung von Handmesskampagnen bzw. Kamerabefahrungen zu integrieren. Hierdurch kann bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Kanalisationsmesskampagne eine sehr kleinräumige und detaillierte Zuordnung von Fremdwasserquellen zu Eintragspfaden erreicht werden.

Ein wesentlicher Schwerpunkt dieses Untersuchungsvorhabens war neben der Identifizierung der Fremdwasserquellen und der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Vermeidung bzw. Verminderung des Fremdwassereintrags auch der Vorschlag weitergehender Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen, um die Siedlungsentwässerung insgesamt zu optimieren und die fremdwasserbedingten Beeinträchtigungen der aufnehmenden Gewässer nachhaltig zu verringern. Diese letztgenannte Schwerpunktbildung dieses Vorhabens ergibt sich im Wesentlichen aus der Erkenntnis heraus, dass eine weitgehende Verminderung des Fremdwasseranfalls in hydrologisch und hydrogeologisch derart vorgeprägten Mittelgebirgsregionen wie dem Sauerland aufgrund des damit verbundenen Aufwands lediglich in einer mittel- bis langfristigen Perspektive möglich ist.

Fremdwasser wird immer Teilbestandteil des Abwassers bei der Siedlungsentwässerung bleiben. Die Erreichung eines nahezu fremdwasserfreien Kanalzustands dürfte allenfalls als Vision für ein langfristiges wasserwirtschaftliches Ziel fernab jeglicher augenblicklicher wirtschaftlicher Realisierbarkeit angesehen werden. Unabhängig davon gilt es selbstverständlich auch, den Zustand eines öffentlichen Kanal- bzw. privaten Leitungsnetzes den a. a. R. d. T. anzupassen.

Vordergründiges Ziel dieses Vorhabens ist es nicht, einen kurzfristig nahezu fremdwasserfreien Zustand zu erreichen, sondern durch Bewertung des unmittelbaren wasserwirtschaftlichen Nutzens eine klare Priorisierung der Maßnahmen vor dem Hintergrund ihres Nutzwert-Kosten-Verhältnisses abzuleiten. Hierbei wurden sowohl die fremdwasserbedingten Emissionen aus der Niederschlags- und Abwasserbehandlung als auch die möglichen fremdwasserbedingten Beeinträchtigungen im aufnehmenden Gewässer bewertet. Weiterhin nahmen auch das Maß der Fremdwasserreduzierung an sich und die Nachhaltigkeit der umzusetzenden Maßnahmen Einfluss auf die Bewertung.

Zur wissenschaftlichen Substanz dieser Nutzwertanalyse ist anzumerken, dass eine detaillierte Abschätzung der Emissions- und Immissionswirkungen auf Basis des vorliegenden Datenmaterials ohne weitergehende modelltechnische Analyse nur eingeschränkt möglich ist. Daher ist das Ergebnis der Nutzwertanalyse zwar als qualitative Einordnung im Hinblick auf den wasserwirtschaftlichen Nutzen der Maßnahmen zu verstehen, keinesfalls jedoch als quantitative Ermittlung der konkreten Auswirkung auf die Siedlungsentwässerung und Gewässer.

In der nun folgenden Integralen Entwässerungsplanung (IEP), die konsequent auf den Ergebnissen dieses Untersuchungsvorhabens aufbaut, werden sowohl die vorgeschlagenen konkreten Handlungsempfehlungen als auch die Hinweise zur weitergehenden Optimierung der Siedlungsentwässerung modelltechnisch abgesichert und konkretisiert. Hierzu ist vorgesehen, dass die Ergebnisse der Kanalisationsmesskampagne zur Kalibrierung eines qualifizierten Schmutzfrachtmodells herangezogen werden, um damit die Emissionswirkungen der einzelnen Niederschlagswasserbehandlungsanlagen realitätsgetreu abbilden und die Wirkung einzelner fremdwasserreduzierender Maßnahmen noch genauer abschätzen zu können. Aus der modelltechnischen Analyse des Entwässerungsnetzes sollen schließlich auch konkrete Empfehlungen zum Betrieb dieser Netze abgeleitet werden, beispielsweise zur Abstimmung von Niederschlags- und Abwasserbehandlung im Hinblick auf die hydraulische Leistungsfähigkeit der Kläranlage.

Selbstverständlich stehen die erhobenen Daten der Kanalisationsmesskampagne auch den Kommunen zur Kalibrierung ihrer Kanalnetzberechnungen zur Verfügung, sodass auch unter diesem Aspekt eine weitere Optimierung der gesamten Siedlungsentwässerung möglich wird. Innerhalb der nun folgenden Integralen Entwässerungsplanung kommt auch der Frage, in welchem Umfang aus den Einleitungen der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen bzw. der Kläranlagen Auswirkungen auf die Gewässer zu erwarten sind, eine besondere Bedeutung zu.

Die bereits im Rahmen des Untersuchungsvorhabens zur Analyse der Fremdwassersituation gewonnenen Erkenntnisse werden hierzu konsequent weiterentwickelt und mit Hilfe gewässerökologischer Methoden abgesichert, sodass im Ergebnis erwartet werden kann, dass mit Hilfe der Integralen Entwässerungsplanung und unter Nutzung der Vorarbeiten aus dem Untersuchungsvorhaben eine wesentliche Optimierung der gesamten Siedlungsentwässerung einschließlich der aufnehmenden Gewässer erreicht wird. Hiermit wird schließlich eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung des guten Zustands nach Maßgabe der EU-Wasserrahmenrichtlinie, jedenfalls soweit die Siedlungsentwässerung hierzu einen Beitrag leisten kann, geschaffen.

Essen, im November 2008

Prof. Dr.-Ing.
Abteilungsleiter

Prof. Dr.-Ing.
Vorsitzender des Vorstandes,
Vorstand Technik und
Flussgebietsmanagement

Dr.-Ing.
Hauptabteilungsleiter

9 Literaturverzeichnis

[1] Akademie für Raumforschung und Landespflege (1982): Deutscher Planungsatlas, Band 1: Nordrhein-Westfalen, Hannover

[2] Arbeitshilfen Abwasser (2007): Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin, Bundesministerium der Verteidigung, Bonn, www.arbeitshilfen-abwasser.de (17.07.2008)

[3] ATV (1992): Richtlinie für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, ATV-Arbeitsblatt A 128, April 1992, Hennef

[4] ATV-DVWK (2003): Fremdwassersituation in Deutschland, 1. Arbeitsbericht der ATV-DVWK Arbeitsgruppe ES-1.3 „Fremdwasser“, KA-Abwasser, Abfall (50), Nr. 1

[5] ATV-DVWK-M 143-1 (2004): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 1: Grundlagen, August 2004, Hennef]

[6] Bodenwelten (2007): www.bodenwelten.de (21.06.2007)

[7] BUS (1984): Fremdwasser. Methoden zur Bestimmung der Fremdwassermenge in Kanalisationen und Kläranlagen (Expertenstudie), Bundesamt für Umweltschutz, Schweiz, Bern

[8] BWK-Merkblatt M3 (2001): Ableitung von Anforderungen an Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e. V., Düsseldorf

[9] Decker, J. (1998): Auswirkungen von Fremdwasser auf Abwasseranlagen und Gewässer, Dissertation am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, GWA-Band 168, Aachen

[10] DIN EN 752-1 (1995): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 1: Allgemeines und Definitionen, Europäisches Komitee für Normung (CEN), Brüssel

[11] DWA (2004): DWA-Arbeitsgruppe ES 1.3 „Fremdwasser“. Auswirkungen von Fremdwasser und Hinweise zum Erkennen kritischer Fremdwasserverhältnisse, 2. Arbeitsbericht, Korrespondenz Abwasser (51), Nr. 61

[12] DWA (2005): Konzepte und Maßnahmen zur Lösung von Fremdwasserproblemen, 3. Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 „Fremdwasser“, GFA Verlag, Hennef

[13] DWA (2007): Rechtliche Aspekte der Fremdwasserthematik, 4. Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 „Fremdwasser“, KA-Abwasser, Abfall (54), Nr. 5

[14] Europäisches Parlament und Rat der europäischen Gemeinschaft: Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Europäische Wasserrahmenrichtlinie - EU-WRRL). ABl. L 327/1 vom 22. Dezember 2000

[15] Fuchs, S.; Lucas, S.; Brombach, H.; Weiß, G.; Haller, B. (2003): Fremdwasserprobleme erkennen – methodische Ansätze, KA-Abwasser, Abfall (50), Nr. 1

[16] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, www.gd.nrw.de, 13.06.2008

[17] Geoserver NRW (2007): www.geoserver.nrw.de (21.06.2007)

[18] Hennerkes, J. (2006): Reduzierung von Fremdwasser bei der Abwasserentsorgung, Dissertation, Aachener Schriften zur Stadtentwässerung, Band 10, Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen, ISBN 978-3-938 996-03-4

[19] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (1998): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Verfahren für kleinere und mittlere Fließgewässer

[20] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2002): Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalen, LUA-Merkblatt Nr. 36, Essen

[21] LANUV NRW (2001): Gewässergütebericht

[22] LDS NRW (2007): Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW, www.lds.nrw.de/statistik/datenangebot/daten/a/zb14meteor.html (13.06.2007)

[23] LUBW (2007): Fremdwasser in kommunalen Kläranlagen – Erkennen, bewerten und vermeiden – Siedlungswasserwirtschaft 21, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, ISBN 978-3-88251-320-2, März 2007

[24] Lucas, S. (2003): Auftreten, Ursachen und Auswirkungen hoher Fremdwasserabflüsse – eine zeitliche und räumliche Analyse. Dissertation am Institut Siedlungswasserwirtschaft Universität Karlsruhe (TH), Schriftenreihe des ISWW, Band 115, Karlsruhe

[25] MATIS. D.I.P. GmbH & Co KG (Digital Image Processing), Paderborn, www.dip-pb.de (14.06.2007)

[26] Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW (1991): Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Jahresschmutzwassermenge bei Einleitung von mit Niederschlagswasser vermischtem Schmutzwasser, 04.02.1991 (MBL.NRW Nr. 16 vom 25.03.1991), i.d.F. vom 12.11.2001 (MBL.NRW) Nr. 84 vom 27.12.2001).

[27] MUNLV NRW (2006): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, 12. Auflage, Düsseldorf, März 2006

[28] Nisipeanu, P.; Maus, H. (Hrsg., 2007): Fremdwasser - Betrachtungen und Untersuchungen eines erhöhten Fremdwasseraufkommens und daraus resultierende Erfahrungen, Handlungsempfehlungen und Strategien für eine effiziente Sanierung, Verlag becker druck, Essen, Arnsberg, Mai 2007

[29] Pottgiesser, T., Sommerhäuser, M. (2004): Vorläufige Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen

[30] Ruhrverband (1994): Schmutzfrachtberechnung Kläranlage Volmetal, Einzugsgebiet Lüdenscheid - Volmetal, Entwurf, Essen

[31] Ruhrverband (1996): Kläranlage Warstein, Schmutzfrachtberechnung, Entwurf, Essen, genehmigt am 17.07.1997 Aktenzeichen: 54.2.71.974/3

[32] Ruhrverband (1998): Kläranlage Schmallenberg-Westfeld, RV-interne Schmutzfrachtberechnung, Entwurf, Essen

[33] Ruhrverband (2001): Kläranlage Warstein-Belecke, Schmutzfrachtberechnung, Entwurf, Essen, genehmigt am 27.03.2002 Aktenzeichen: 54.7-1.1/974 044/RV 14.01

[34] Ruhrverband (2001): Schmutzfrachtberechnung für das EZG der KA Schmallenberg, Ruhrverband, Essen

[35] Ruhrverband (2003): Schmutzfrachtberechnung für das EZG der KA Meinerzhagen Valbert, Essen, interner Entwurf

[36] Ruhrverband (2004): Schmutzfrachtberechnung für das EZG der KA Schmallenberg, Nachtrag, Ruhrverband, Essen

[37] Ruhrverband (2005): KA Schmallenberg-Wormbach, Schmutzfrachtberechnung, Immissionsorientierte Untersuchung des unteren Weistesystems, Entwurf, Essen

[38] Ruhrverband (2005): Kläranlage Warstein-Belecke, Schmutzfrachtberechnung/Immissionsbetrachtung; Besprechung am 31.05.2005 beim Ruhrverband in Arnsberg, interner Vermerk, 21.06.2005, Essen

[39] Ruhrverband (2006): Ruhrgütebericht, Essen

[40] Ruhrverband (2008): Integrale Entwässerungsplanung für das EZG der Kläranlage Volmetal, Essen, Entwurf in Bearbeitung

[41] RWG (2007): Abschlussdokumentation über die Durchführung und Betreuung der RV Fremdwasser-Messkampagnen im Rahmen eines Untersuchungsvorhabens, RWG Ruhr-Wasserwirtschafts-Gesellschaft mbH, Büro Arnsberg

[42] Umweltverwaltung Hagen (2004): Dokumentation der wasserwirtschaftlichen Grundlagen - Bestandsaufnahme NRW, Rhein/Niederrhein/Ruhr, Juli 2004

[43] WAS (2006): Wasser, Abwasser, Systemtechnik-GmbH, Messdatenauswertung der WAS, Braunschweig

[44] Wetter Online (2008): WetterOnline Meteorologische Dienstleistungen GmbH, www.wetteronline.de (17.07.2008)

[45] WIKIPEDIA, www.wikipedia.de (13.06.2008)

Anhang

Anhang A: Planunterlagen der Einzugsgebiete

Anhang B: Auswertungen der Ergebnisse der Messstellen

Anhang C: Matrizen zur Nutzwertermittlung

Anhang A: Planunterlagen der Einzugsgebiete

Anhang B: Auswertungen der Ergebnisse der Messstellen

Der Anhang B befindet sich in digitaler Form auf der beiliegenden CD-ROM.

Anhang C: Matrizen zur Nutzwertermittlung

Der Anhang C befindet sich in digitaler Form auf der beiliegenden CD-ROM.