

Grundwasserproblematik im Stadtgebiet Korschenbroich
- Konzeptvorschläge für langfristige Lösungen
zur Abwendung von Gebäudeschäden -

Auftraggeber:

Stadt Korschenbroich

Postfach 11 63

41335 Korschenbroich

Bearbeitungs-Nr.: 00.157

Aachen, im Mai 2001

Inhaltsverzeichnis

0	Vorbemerkungen	0
1	Allgemeines.....	1
1.1	Vorgang, Aufgabenstellung	1
1.2	Verwendete Unterlagen	3
2	Übersicht Projektgebiet.....	8
2.1	Geographie.....	8
2.2	Grundwasserabhängige Feuchtgebiete.....	10
2.3	Bodensenkungen	10
3	Geologie, Geotechnik	11
3.1	Geologische Übersicht und Schichtbeschreibung.....	11
3.2	Bodenklassifizierung	12
4.	Hydrologie	13
4.1	Grundwasserneubildung	13
4.2	Hydrogeologische Übersicht.....	14
4.3	Entwicklung der Grundwasserstände im Stadtgebiet	15
4.3.1	Natürliche Schwankungen der Grundwasserstände.....	15
4.3.2	Einfluss Sümpfung Rheinbraun	16
4.3.3	Einfluss sonstiger Grundwasserentnahmen	17
4.3.4	Prognose zukünftiger natürlicher Grundwasserstände.....	17
4.4	Fließgewässer	17
4.5	Grundwasseroberfläche	19
4.5.1	Oktober 1955	19
4.5.2	Oktober 1999	20
4.6	Wasserwirtschaft.....	21
4.6.1	Grundwasserentnahmen.....	21
4.6.2	Maßnahmen der Rheinbraun AG	22
4.6.2.1	Sümpfung.....	22
4.6.2.2	Wassereinleitungen	23
4.7	Grundwasserbeschaffenheit	25
5	Betroffenheitsanalyse.....	27



5.1	Vorbemerkungen	27
5.2	Begriffsbestimmungen	27
5.3	Bauwerksabdichtungen	30
5.3.1	Allgemeines	30
5.3.2	Wasserdruckhaltende Dichtungen	34
5.3.2.1	Vorbemerkungen	34
5.3.2.2	Schwarze Wanne.....	35
5.3.2.3	Weißer Wanne.....	36
5.3.3	Betroffenheitsszenarien bei steigendem Grundwasser	38
5.3.3.1	Fehlende Bauwerksabdichtung.....	38
5.3.3.2	Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit (DIN 18195-4).....	39
5.3.3.3	Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser (DIN 18 195-5).....	39
5.3.3.4	Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser (DIN 18 195-6)	39
5.4	Intensität (Grad, Dauer und Häufigkeit) der Betroffenheit.....	40
5.4.1	Bemessungsgrundlagen	40
5.4.2	Ortsdifferenzierte Betroffenheit von Gebäuden.....	45
5.4.3	Betroffenheit weiterer Objekte	54
6	Maßnahmen zur langfristigen Lösung der Grundwasserproblematik.....	57
6.1	Anforderungen an Maßnahmen	57
6.2	Mögliche Maßnahmen	58
6.2.1	Bauwerksbezogene Maßnahmen	58
6.2.1.1	Nachträglicher Schutz durch konstruktive Maßnahmen.....	58
6.2.1.2	Nachträglicher Schutz durch Injektionen und/oder Beschichtungen.....	67
6.2.1.3	Aufgabe von Kellerräumen.....	69
6.2.1.4	Kostenschätzungen	70
6.2.2	Hydraulische Maßnahmen	72
6.2.2.1	Vorbemerkungen und Umfang hydraulischer Maßnahmen.....	72
6.2.2.1.1	Absenkungstrichter und Einzugsgebiet	72
6.2.2.1.2	Grenzflurabstände	74
6.2.2.1.3	Grundwasser-Entnahmemengen	75
6.2.2.1.4	Zeitliche Aspekte der Grundwasserentnahme	76
6.2.2.1.5	Dauer hydraulischer Maßnahmen	77

6.2.2.1.6	Grundwassermanagement.....	77
6.2.2.2	Technische Möglichkeiten und Einsatzgrenzen hydraulischer Maßnahmen.....	78
6.2.2.2.1	Übersicht zu den Verfahren der Grundwasserhaltung.....	78
6.2.2.2.2	Geeignete Entwässerungsanlagen für das Projektgebiet.....	84
6.2.2.2.3	Steuerung von Brunnen	85
6.2.2.3	Projektbezogene Einsatzmöglichkeiten und –grenzen	87
6.2.2.3.1	Objektbezogene Brunnen.....	87
6.2.2.3.2	Bauwerksdränung	88
6.2.2.3.3	Einbeziehung der Wassergewinnungsanlagen.....	89
6.2.2.3.4	Grundwasserabsenkung durch vorhandene Fließgewässer.....	90
6.2.2.3.5	Wasserspiegelabsenkungen von Seen.....	95
6.2.2.3.6	Anlage von Vorflutgräben	97
6.2.2.3.7	Einstellung unter- und oberirdischer Wassereinleitungen	98
6.2.2.3.8	Aufrechterhaltung der Sumpfung im heutigen Umfang	99
6.2.2.3.9	Dichtwandumschließungen.....	99
6.2.2.4	Mögliche schädliche Auswirkungen von Grundwasserentnahmen	101
6.2.2.5	Ableitung der Wässer.....	105
6.2.2.5.1	Technische Möglichkeiten	105
6.2.2.5.2	Aufbereitung	109
6.2.2.6	Monitoring	110
6.2.2.7	Rechtliche Aspekte	111
6.2.2.8	Kostenschätzungen	112
6.3	Mögliche Gesamtlösungskonzepte für das Stadtgebiet	114
6.3.1	Vorbemerkungen	114
6.3.2	Große hydraulische Lösung	115
6.3.3	Ausschließlich bautechnische Gesamtlösung	117
6.3.4	Bewertung der ausschließlich hydraulischen und bautechnischen Maßnahmen	
	118	
6.3.4.1	Ökonomische Projektbewertung.....	118
6.3.4.2	Ökologische Projektbewertung.....	118
6.3.4.3	Bautechnische Lösung	119
6.3.4.3.1	Ökonomische Bewertung (Schätzung)	119



6.3.4.3.2	Ökologische Bewertung.....	119
6.3.4.4	Hydraulische Maßnahmen	119
6.3.4.4.1	Ökonomische Bewertung (Schätzung)	119
6.3.4.4.2	Ökologische Bewertung.....	122
6.3.5	Kombinierte Maßnahmen	123
6.3.5.1	Kappen von hohen Grundwasserspitzen.....	123
6.3.5.2	Hydraulische Maßnahmen im Rahmen des Dargebotes	124
6.3.5.3	Lösung mit Optimierung des Nutzens einer Grundwasserabsenkung	125
6.3.6	Kosten-Nutzen-Risikoabschätzung für Einzelobjekte	127
6.4	Weiterführende Untersuchungen	127
7	Zusammenfassung, Schlußfolgerungen	130

Anlagenverzeichnis

Anl. 1	Thematische Karten Stadtgebiet Korschenbroich und Umgebung, Maßstab 1 : 25.000
Anl. 1.1	Gewässernetz und schützenswerte Feuchtgebiete
Anl. 1.2	Wasserwirtschaft
Anl. 1.3	Grundwassermessstellen und Pegel
Anl. 2	Geologische Karten und Schnitte
Anl. 2.1	Geologische Karte (vereinfacht), Maßstab 1 : 75.000
Anl. 2.2	Geologische Schnitte A (Maßstab 1 : 100.000 / 1 : 4.000), 1 und 2 (Maßstab 1 : 25.000 / 1 : 2.000)
Anl. 3	Grundwassergleichenpläne, Maßstab 1 : 25.000
Anl. 3.1	Oktober 1955 (durch Rheinbraun unbeeinflusste, mittlere Grundwasserstände)
Anl. 3.2	Oktober 1999 (mittlere Grundwasserstände der letzten 20 Jahre)
Anl. 3.3	Karte mit höchsten zu erwartenden Grundwasserständen ohne Bergbaueinfluß
Anl. 4:	Bergbaubedingte Grundwasserabsenkung im oberen GW-Stockwerk (Stand: Okt. 2000), Maßstab 1 : 50.000

- Anl. 5 Flurabstandskarte, Maßstab 1 : 50.000, Stand Oktober 1955
(nur Flurabstände 0 bis 3 m)
- Anl. 6 Betroffenheitskarten, Maßstab 1 : 25.000
- Anl. 6.1 Abstand des Niveaus 2,5 m unter Geländeoberfläche zu höchstens zu erwartenden Grundwasserständen
- Anl. 6.2 Einzelobjektbezogene Betroffenheit bei höchstens zu erwartenden Grundwasserständen auf der Grundlage des bis zum 18.05.2001 vorliegenden Gebäudekatasters der Stadt Korschenbroich
- Anl. 7 Bereiche mit nicht oder begrenzt zulässigen Grundwasserabsenkungen,
Maßstab 1 : 25.000

Anhang

- Anh. 1.1 - 1.6 Grundwasserganglinien
- Anh. 2.1 - 2.2 Grundwasserganglinien, Gegenüberstellung gemessene und mit dem Wiener-Filter berechnete
- Anh. 3.1 - 3.7: Längenprofile von Vorflutern
- Anh. 3.1 Nordkanal
- Anh. 3.2 Jüchener Bach
- Anh. 3.3 Kommerbach
- Anh. 3.4 Niers
- Anh. 3.5 Trietbach
- Anh. 3.6 Herzbroicher / Neersbroicher Graben
- Anh. 3.7 Fluitbach
- Anh. 4.1 - 4.2 Tabellarische Zusammenstellung der Wasserrechte und Fördermengen 1998, 1999
- Anh. 5 Jahresfördermengen der Wasserwerke
- Anh. 6.1 - 6.2 Wassereinleitungsmengen der Rheinbraun AG



0 Vorbemerkungen

Das vorliegende Gutachten hat nur Gültigkeit in der unterschriebenen Originalfassung in Verbindung mit den Originalanlagen und -anhängen. Die Verantwortung für die Veröffentlichung auf Datenträgern liegt ausschließlich bei der Stadt Korschenbroich.

Das Gutachten stellt hinsichtlich der ausgewerteten Bauwerksdaten (Redaktionsschluss 18.05.2001) lediglich einen Zwischenstand dar (erfasst sind bisher ca. 35 % der im Stadtgebiet vorhandenen Gebäude). Die hydrologische und hydraulische Auswertung berücksichtigt noch nicht die Informationen, die sich aus der Abschaltung des Wasserwerkes Lodshof/Waldhütte und der Notmaßnahmen (Brunnen) Kleinenbroich und Herrenshoff ab dem 01.06.2001 ergeben.

Nach Vorliegen des gesamten Bauwerkskatasters und der zusätzlichen Grundwasserdaten wird das Gutachten ergänzt. Einbezogen wird auch eine konkretere Kostenwirkungsanalyse (Kosten-Nutzwert-Analyse) für dann realistische Lösungsvarianten unter der Voraussetzung, dass zwischen allen am Verfahren Beteiligten hierfür ein endgültiges Zielsystem und die genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen sowie Verantwortlichkeiten fixiert werden können.

Aachen, den 20.06.2001

1 Allgemeines

1.1 Vorgang, Aufgabenstellung

Im Stadtgebiet Korschenbroich liegen bei natürlicher, unbeeinflusster Grundwassersituation weit verbreitet geringe Flurabstände von < 3 m vor, insbesondere in den Niederungen von Niers, Trietbach und Jüchener Bach auch Flurabstände < 1 m. Die Grundwasseroberfläche weist witterungsbedingte Schwankungen auf, die in den niederungsfernen Bereichen Korschenbroichs bis zu 2 m betragen, sodass die Flächen mit geringen Flurabständen variieren können. In den siebziger Jahren kam es als Folge einer Reihe trockener Jahre zu großflächigen Grundwasserabsenkungen, die im südlichen und mittleren Stadtgebiet noch durch Sumpfungmaßnahmen der Rheinbraun AG für den Tagebau Garzweiler überlagert wurden. Mitte bis Ende der 80er Jahre sowie 1995 und 1999 stiegen die Grundwasserstände niederschlagsbedingt auf ein höheres Niveau an und führten zu Vernässungen an einer größeren Anzahl von Gebäuden, die überwiegend in Jahren mit niedrigen Grundwasserständen ohne bauliche Berücksichtigung der möglichen ungünstigen Grundwassersituation errichtet wurden. Im Auftrag der Stadt Korschenbroich wurde vom Geotechnischen Büro 1987 ein Gutachten für das Wohngebiet „Auf den Kempen“ im Ortsteil Kleinenbroich erstellt, in dem die problematische Grundwassersituation beleuchtet und die sich jetzt einstellende Situation bereits prognostiziert wurde. Sensibilisiert durch die massiven Anfragen der Bürger sowie durch den ab 2005 zu erwartenden Rückgang des Sumpfungseinflusses der Rheinbraun AG wurde von der Stadt Korschenbroich 1999 eine „Grundwasserkommission“ ins Leben gerufen, der neben der Verwaltung der Stadt, die Ratsfraktionen der Stadt, das StUA Krefeld, der Kreis Neuss, der Erftverband, der Niersverband, die Rheinbraun AG, die Wasserversorger Niederrheinische Versorgung und Verkehr (NVV) AG, der Kreiswerke Grevenbroich GmbH, der BUND sowie Bürgervertreter angehören.

Das Geotechnische Büro wurde von der Stadt Korschenbroich mit Schreiben vom 9.10.2000 mit der Untersuchung von Lösungsmöglichkeiten zur Schadensabwendung beauftragt. Gemäß einer internen Abstimmung zwischen den Städten Korschenbroich und Kaarst und dem Gutachter bezieht sich die Studie auf das Stadtgebiet Korschenbroich und die südlich des Nordkanals gelegenen Siedlungsbereiche von Kaarst.

Die Erstellung und Bereitstellung wesentlicher hydrogeologischer und wasserwirtschaftlicher Daten und Beurteilungsgrundlagen erfolgten durch bzw. in Zusammenarbeit mit dem Erftverband.

Hierzu war zunächst die Erfassung der geologisch/hydrogeologischen sowie wasserwirtschaftlichen Situation erforderlich, auf deren Grundlage mögliche und sinnvolle technische Maßnahmen abgeleitet und bewertet wurden. Für diese Bestandsaufnahme wurden umfangreiche Unterlagen von den beteiligten Stellen und Wasserversorgern gesammelt und ausgewertet. Die Wirkung und der Nutzen von

möglichen größeren hydraulischen Maßnahmen und deren Auswirkungen auf Dritte lassen sich mit ausreichender Genauigkeit aber nur durch modelltechnische Simulationen ermitteln¹. Diese Berechnungen konnten im Rahmen der vorliegenden Studie nicht durchgeführt werden, sie sind jedoch später im Rahmen konkreter Planungen unbedingt nachzuholen.

Vom Geotechnischen Büro wurde eine vermessungs- und bautechnische Bestandsaufnahme von allen Gebäuden in den Ortsteilen mit zu erwartenden ungünstigen Flurabständen < 3 m angeregt, um die Zahl der vom Grundwasser betroffenen Gebäude und den Grad der Betroffenheit quantifizieren zu können. Diese Aufnahme wird dztg. von der Stadt mit Unterstützung des Katasteramt des Kreises Neuss durchgeführt. Teilergebnisse aus den meisten Ortsteilen liegen auch bereits vor (Stand 18.05.2001) und werden im Rahmen dieses Berichtes berücksichtigt, in den übrigen Ortsteilen wird zunächst behelfsmäßig von einem für Gebäude schädlichen Flurabstand von 2,5 m bezogen auf Kanaldeckelhöhen ausgegangen.

Wesentliche Ziele der Untersuchung sind:

- Bestandsaufnahme (Hydrologie, Geologie, Hydrogeologie, Wasserwirtschaft, Bandbreite der Betroffenheit (Häufigkeit und Maß von Kontakt Grundwasser - nicht abgedichtete Gebäude)).
- Darstellung möglicher baulicher Maßnahmen am Einzelobjekt einschließlich Kostenschätzungen.
- Zusammenstellung und Bewertung von Möglichkeiten der Grundwasserregulierung unter Berücksichtigung von:
 - Erforderliches Maß der Absenkung, flächendifferenziert über das Stadtgebiet.
 - generelle Eignung von Verfahren bei den gegebenen hydrogeologischen Randbedingungen
 - Betriebssicherheit, dauerhafter Wirksamkeit,
 - Darstellung der Belange Dritter, Aufzeigen von Zielkonflikten
 - wasserwirtschaftliche und betriebliche Vor- und Nachteile,
 - ungünstige hydrochemische Randbedingungen (hohe Eisen- und Mangangehalte),
 - Kostenschätzungen für Bau, Betrieb und Sanierungsmaßnahmen.

Mögliche Maßnahmen werden in einer verknüpfenden Matrix hinsichtlich Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit untersucht und bewertet. Die Planung von Einzel-Maßnahmen ist nicht Bearbeitungsgegenstand.

Für betroffene Ortsteile werden mögliche konkrete Ersatzmaßnahmen unter Berücksichtigung örtlicher Randbedingungen dargestellt einschließlich grundsätzlicher Regeln und Empfehlungen.

¹ Mit einem Grundwasserströmungsmodell wird der gesamte Grundwasserhaushalt eines abgegrenzten Gebietes mit allen gegenseitigen Beeinflussungen der einzelnen Haushaltsgrößen mathematisch formuliert und in einer Zusammenschau dargestellt. Ein numerisches Modell ist immer dann erforderlich, wenn komplexe Wirkungszusammenhänge über analytische Verfahren auch mit erheblichem Rechenaufwand nicht mehr darzustellen sind.

Während der Bearbeitung wurde eine Vielzahl von informellen Gesprächen mit dem Erftverband, dem Niersverband, dem Staatlichen Umweltamt Krefeld (StUA KR), dem Kreis Neuss, der Niederrheinischen Versorgung und Verkehr AG (NVV), der Rheinbraun AG sowie der Kreiswerke Grevenbroich GmbH geführt. Weitere Gespräche erfolgten mit der Genehmigungsbehörde, der Bezirksregierung Düsseldorf (BR D).

1.2 Verwendete Unterlagen

Die Zitate im Text erfolgen nach der vergebenen Nummer (eventuell mit durch Doppelpunkt abgetrennter Seitenzahl) mit vorangestelltem Kennbuchstaben für die Art der Unterlage (/K.../ für Karten, /F.../ für Fachunterlage, /G.../ für Gutachten und /L.../ für Fachliteratur).

Karten

- /K1/ TK 25, Blätter 4804 Mönchengladbach, 4805 Korschenbroich, 4704 Viersen, 4705 Willich
- /K2/ Hydrologische Karte NW 1 : 25.0000, Blätter 4804 Mönchengladbach, 4805 Korschenbroich, 4704 Viersen, 4705 Willich
- /K3/ Wasserschutzgebiete NW 1 : 50.000, Blätter L 4704 Krefeld und L 4904 Mönchengladbach
- /K4/ Baugrundplanungskarte für den Kreis Kempen-Krefeld 1 : 25.000, Blatt 4705 Willich, Bearbeitungsstand 1963
- /K5/ Flächennutzungsplan Stadt Korschenbroich, Stand Januar 1999, 1 : 10.000,
- /K6/ Natur- und Landschaftsschutz im Kreis Neuss 1 : 50.000,
- /K7/ Lageplan 1 : 1.000 mit Tiefenlotung Baggersee Herzbroich; Kreis Neuss

Fachunterlagen; Kursiv: Lieferant der Unterlage

- /F1/ Hydrotec Aachen (1996): Hydraulische Längsschnitte Jüchener Bach und Nebenbäche, M.d.L. 1 : 5.000, M.d.H. 1 : 100 (Auszug aus: Systemhydrologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Jüchener Baches).- Untersuchung im Auftrag des *Erftverbandes*
- /F2/ Grundwasseranalysen; *Erftverband*
- /F3/ Zusammenstellung aktiver und inaktiver Grundwassermessstellen; *Erftverband*
- /F4/ Zeitreihen Grundwasserstände ausgewählter Messstellen; *Erftverband, NVV, StUA Krefeld*
- /F5/ Rheinbraun AG (1999): Tagebau Garzweiler II – Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für Versickerungsmaßnahmen im Bereich Trietbach –
- /F6/ Zeitreihe Einleitungsmengen Rheinbraun AG Bereich Hoppbruch und Jüchener Bach; *Erftverband*

- /F7/ Zeitreihen Monats- und/oder Jahresfördermengen von Wasserwerken; *NVV und Kreiswerke Grevenbroich*
- /F8/ Grundwassergleichenpläne Okt. 1955, Okt. 1999, *Erftverband*
- /F9/ Karte des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes; *Erftverband*
- /F10/ Flurabstandskarte Okt. 1955; *Erftverband*
- /F11/ Modellknotenpunkte Nordraummodell mit Angabe Niveau Quartärbasis; *Erftverband*
- /F12/ IBAU Büro für Bauwesen (1970): Nordkanal (Lageplan, Längenschnitte, Querprofile); *StUA Krefeld*
- /F13/ Nordkanal: Ganglinie tagesmittlerer Wasserstand Pegel Kaarst, Haupttabelle; *StUA Krefeld*
- /F14/ StAWA Düsseldorf (1991): Querprofile Nordkanal; *StUA Krefeld*
- /F15/ Ing.-Büro GmbH Franz Fischer (2000): Hydraulische Berechnungen Trietbach.- Untersuchung im Auftrag der Stadt *Korschenbroich*
- /F16/ Ganglinien Abfluß und Wasserstand WWJ 1995 bis 2000 an 2 Pegeln am Trietbach; *Niersverband*
- /F17/ Tabelle Abflussmessungen am Trietbach (6 Stück in 1999 und 2000); *Niersverband*
- /F18/ Längenprofile der Niers von Schloß Reydt bis Bettrather Dyck (1930 bis 1935 und 1953); *Niersverband*
- /F19/ Gewässerdaten Niers (aus Rheinbraun 1987: Ökologisches Anforderungsprofil für den Tagebau Garzweiler II); *NVV*
- /F20/ Niersprofilschnitt A-B, Maßstab 1 : 10.000 / 1 : 50; *NVV*
- /F21/ Längenprofil Fluitbach; *Stadt Korschenbroich*
- /F22/ Angaben zum WW Driesch und zum eingereichten Wasserrechtsantrag; *Kreiswerke Grevenbroich*
- /F23/ Aufstellung zu Gebäuden (u.a. Koordinaten, UK Kellerboden m ü. NN); *Stadt Korschenbroich*
- /F24/ Kanalschachtkataster (Koordinaten, OK Deckel und Schachtsohle m ü. NN); *Stadt Korschenbroich*
- /F25/ Zusammenstellung von Wasserrechten und Fördermengen im Stadtgebiet und Umgebung; *Kreis Neuss*
- /F26/ Wasserrechtsantrag WW Waldhütte/Lodshof (1995); *NVV*
- /F27/ Zeitreihe meteorologische Daten und Grundwasserneubildung (Station Rheindahlen); *NVV*

Gutachten

- /G1/ Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (1987): Gutachterliche Stellungnahme zu den Grundwasserverhältnissen im Stadtteil Kleinenbroich.- Gutachten im Auftrag der Stadt *Korschenbroich*



- /G2/ Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (2000): Erläuterungsbericht zum wasserrechtlichen Erlaubnisantrag gemäß §§ 2, 3 und 7 – WHG – für die Entnahme von Grundwasser durch 3 Wasserhaltungsbrunnen in Kleinenbroich zur Abwendung eines für Gebäude kritischen Grundwasseranstiegs sowie nach § 7a für die Einleitung des geförderten Wassers in den Vorfluter Jüchener Bach.- Gutachten im Auftrag der Stadt Korschenbroich
- /G3/ Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (2001): Erläuterungsbericht zum wasserrechtlichen Erlaubnisantrag gemäß §§ 2, 3 und 7 – WHG – für die Entnahme von Grundwasser aus einem Baggersee westlich von Herrenshoff zur Abwendung eines für Gebäude kritischen Grundwasseranstiegs sowie nach § 7a für die Einleitung des geförderten Wassers in den Vorfluter Niers
- /G4/ Prof. Hallmann (2001): Untersuchungen von möglichen Lösungen der Grundwasserproblematik betroffener Siedlungsgebiete in Korschenbroich aus landschaftsplanerischer Sicht (Vorstudie).- Gutachten für den Kreis Neuss
- /G5/ Hydrogeologisches Büro Dr. H. Losen (1999): Kurzbericht zu den Auswirkungen einer Stilllegung der Fassungsanlagen Lodshof und Waldhütte.- Gutachten im Auftrag der Niederrheinischen Versorgung und Verkehr AG
- /G6/ Hydrogeologisches Büro Prof. Dr. H. Losen (2000): Darstellung und Auswertung von hydrogeologischen Messdaten während einer Außerbetriebnahme der Fassungsanlagen Waldhütte und Lodshof im Zeitraum vom 27.6.00 bis 21.8.00.- Gutachten im Auftrag der Niederrheinischen Versorgung und Verkehr AG
- /G7/ Landesanstalt für Bodennutzungsschutz des Landes NRW (1962) - Gutachten über die Standortverhältnisse im Gebiet Herrenshoff - Raderbroich unter besonderer Berücksichtigung des Grundwassereinflusses und im Hinblick auf die Auswirkungen der Wasserentnahme durch die Stadtwerke Mönchengladbach auf die landwirtschaftliche Nutzung.

Literatur, Normen, Regelwerke

- /L1/ Arbeitskreis „Raum Neuss“ (1985): Wasserwirtschaftliche Gesamtbetrachtung des Kreises Neuss.-
- /L2/ BIESKE, E. (1992): Bohrbrunnen.- München, Wien (Oldenbourg)
- /L3/ Erftverband: Jahresbericht 1999.-
- /L4/ GERTIS et.al (1976): Hygienische Transportphänomene in Baustoffen.- Heft 258 DafStb, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
- /L5/ Grosser Erftverband (1985): Grundwassermodell Raum Neuss.-, Bergheim

-
- /L6/ HERTH/ARNDTS (1985): Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung.- 2. Auflage, Ernst & Sohn
- /L7/ KIESSEL (1983): Kapillarer und dampfförmiger Feuchtetransport in mehrschichtigen Bauteilen.- Universität Essen - Gesamthochschule.
- /L8/ LANGGUTH,H.R. & VOIGT,R. (1980): Hydrogeologische Methoden.- Berlin, Heidelberg, New York (Springer)
- /L9/ LOHMEYER (1992): Weiße Wannen einfach und sicher.- Beton-Verlag, Düsseldorf.
- /L10/ LUFISKY (1952): Nachträgliche Abdichtung von Kellerräumen gegen Grundwasser.- Planen und Bauen 1952, H. 2, S. 40 - 46.
- /L11/ LUFISKY (1970): Bauwerksabdichtung - Bitumen und Kunststoffe in der Abdichtungstechnik.- Teubner Verlag, Stuttgart.
- /L12/ MATTHES (1973): Die Beschaffenheit des Grundwassers.- Geb. Bornträger, Berlin, Stuttgart
- /L13/ NODOUSHANI (1992): Sanierung historischer Bauwerke aus Natursteinen - Ratschläge zur Beurteilung und Behebung von Schäden.- Bauverlag, Wiesbaden/Berlin.
- /L14/ MOOSBAUER (2001): Schwarz, weiß, braun; welche Wanne ist für welche Abdichtung die richtige?.- Deutsches Ingenieurblatt 3/2001
- /L15/ PRESS (1963): Kulturlanderhaltung und Kulturlandgewinnung.-
- /L16/ POWELEIT (1985): Hydraulische Bemessung von Dränrohren im Grundbau.- s + t 39 7/8
- /L17/ SCHLICHTING (1946): Das Grundwasser steigt in Berlin.- Neue Bauwelt 1946, Heft 20, S. 10-11.
- /L18/ SCHNEIDER (1988): Die Wassererschließung.- 3. Auflage; Essen (Vulkan-Verlag).
- /L19/ BRETSCHNEIDER, LECHER & SCHMIDT (1993): Taschenbuch der Wasserwirtschaft.- 7. Auflage; Hamburg, Berlin (Parey)
- /L20/ ATV-Arbeitsblatt A 127: Richtlinie für die statische Bemessung von Entwässerungskanälen und -leitungen
- /L21/ DIN 1054: Zulässige Belastung des Baugrunds
- /L22/ DIN 4266, T 1: Sickerrohre für Deponien
- /L23/ DIN 4034, T 1: Schächte aus Beton und Stahlbetonfertigteilen für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen; Maße, technische Lieferbedingungen
- /L24/ DIN 4049: Hydrologie (Ausgabe 1979)
- /L25/ DIN 4095: Dränung zum Schutz von baulichen Anlagen
- /L26/ DIN 4124: Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
- /L27/ DIN 18195: Bauwerksabdichtungen
DIN 18195-1 (1983) - Bauwerksabdichtungen; Allgemeines, Begriffe.
DIN 18195-2 (1983) - Bauwerksabdichtungen; Stoffe.
DIN 18195-3 (1983) - Bauwerksabdichtungen; Verarbeitung der Stoffe

- DIN 18195-4 (1983) - Bauwerksabdichtungen; Abdichtung gegen **Bodenfeuchtigkeit**, Bemessung und Ausführung.
- DIN 18195-5 (1984) - Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen **drückendes Wasser**, Bemessung und Ausführung.
- DIN 18196-6 (1983) - Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen **von außen drückendes Wasser**, Bemessung und Ausführung.
- DIN 18196-8 (1983) - Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen über Bewegungsfugen.
- DIN 18196-9 (1983) - Bauwerksabdichtungen; Durchdringungen, Übergänge, Abschlüsse.
- DIN 18196-10 (1983) - Bauwerksabdichtungen; Schutzschichten und Schutzmaßnahmen.
- DIN 18195-1 (8/2000) - Bauwerksabdichtungen, Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten.
- DIN 18195-2 (8/2000) - Bauwerksabdichtungen, Teil 2: Stoffe.
- DIN 18195-3 (8/2000) - Bauwerksabdichtungen, Teil 3: Anforderungen an den Untergrund und Verarbeitung der Stoffe.
- DIN 18195-4 (8/2000) - Bauwerksabdichtungen, Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung.
- DIN 18195-5 (8/2000) - Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen, Bemessung und Ausführung.
- DIN 18196-6 (8/2000) - Bauwerksabdichtungen, Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung.
- /L28/ DIN 19537, T 3(Entwurf): Rohre, Formstücke und Schächte auf PE HD für Abwasserkanäle und -leitungen; Fertigschächte; Maße, technische Lieferbedingungen
- /L29/ DIN 19549: Schächte für erdverlegte Abwasserkanäle und Leitungen. Allgemeine Anforderungen und Prüfungen
- /L30/ DIN 19667 (1991): Dränung von Deponien, Technische Regeln für Planung, Bauausführung und Betrieb

2 Übersicht Projektgebiet

2.1 Geographie

Die Stadt Korschenbroich liegt linksrheinisch im Kreisgebiet Neuss, benachbart den Städten Mönchengladbach im Westen und Kaarst im Nordosten (Abb. 2.1). Sie umfasst bei einer Ausdehnung von ca. 9 km in Nord-Süd-Richtung und ca. 7 km in West-Ost-Richtung eine Fläche von 55,26 km². Die insgesamt rund 33.000 Einwohner verteilen sich hauptsächlich auf die Stadtteile Korschenbroich (knapp 12.000 EW) und Kleinenbroich (gut 10.000 EW), der Rest auf die 4 übrigen Stadtteile Glehn, Pesch, Liedberg und Steinforth-Rubbelrath (Alle Angaben aus der Website der Stadt Korschenbroich). Die mittlere Einwohnerdichte beträgt knapp 600 EW/km², wobei die größte Dichte im mittleren Stadtgebiet vorliegt.

Seit 1974 – wenige Jahre nach Beginn des Zeitraums mit tendenziell abnehmenden Grundwasserständen – ist die Einwohnerzahl um rund 35 % von etwa 24.500 auf rund 33.000 angestiegen. Dies dürfte in etwa mit der Entwicklung des Gebäudebestandes korrespondieren.

Die Geländeoberfläche im Stadtgebiet fällt generell in nördliche Richtung ab, sie liegt im Süden im Mittel bei rund 60 m ü. NN in Rubbelrath (höchster Punkt: Liedberg 74 m ü. NN), im Norden, am Nordkanal, bei rund 37 m ü. NN. Entlang des Nord-Süd verlaufenden Jüchener Baches, der Niers und des Trietbachs sowie deren Nebenbächen sind Eintalungen ausgebildet, die sich insbesondere im Norden des Stadtgebietes - an der Niers, dem Trietbach und dem Nordkanal – zu breiten Niederungen ausdehnen (Niersbruch, Hoppbruch (nördlich Raderboich), Hoppbruch (südlich Korschenbroich). Die weit verbreiteten Ortsbezeichnungen mit der Endung „broich“ (Bruch) weisen auf (ehemals) nasse Verhältnisse hin.

Etwa 10 km südlich von Korschenbroich bzw. knapp 5 km von der südlichen Stadtgrenze entfernt liegt der Tagebau Garzweiler I, der sich nach Norden bis an die Autobahn A 46 auf Höhe von Jüchen erstreckt.

Im Stadtgebiet Korschenbroich werden etwa 68,1 % der Gesamtfläche landwirtschaftlich genutzt, 21,7 % entfallen auf Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsflächen, 7,2 % auf Waldflächen, 1,6 % auf Erholungsflächen und 1,2 % auf Wasserflächen (Stand 1998).

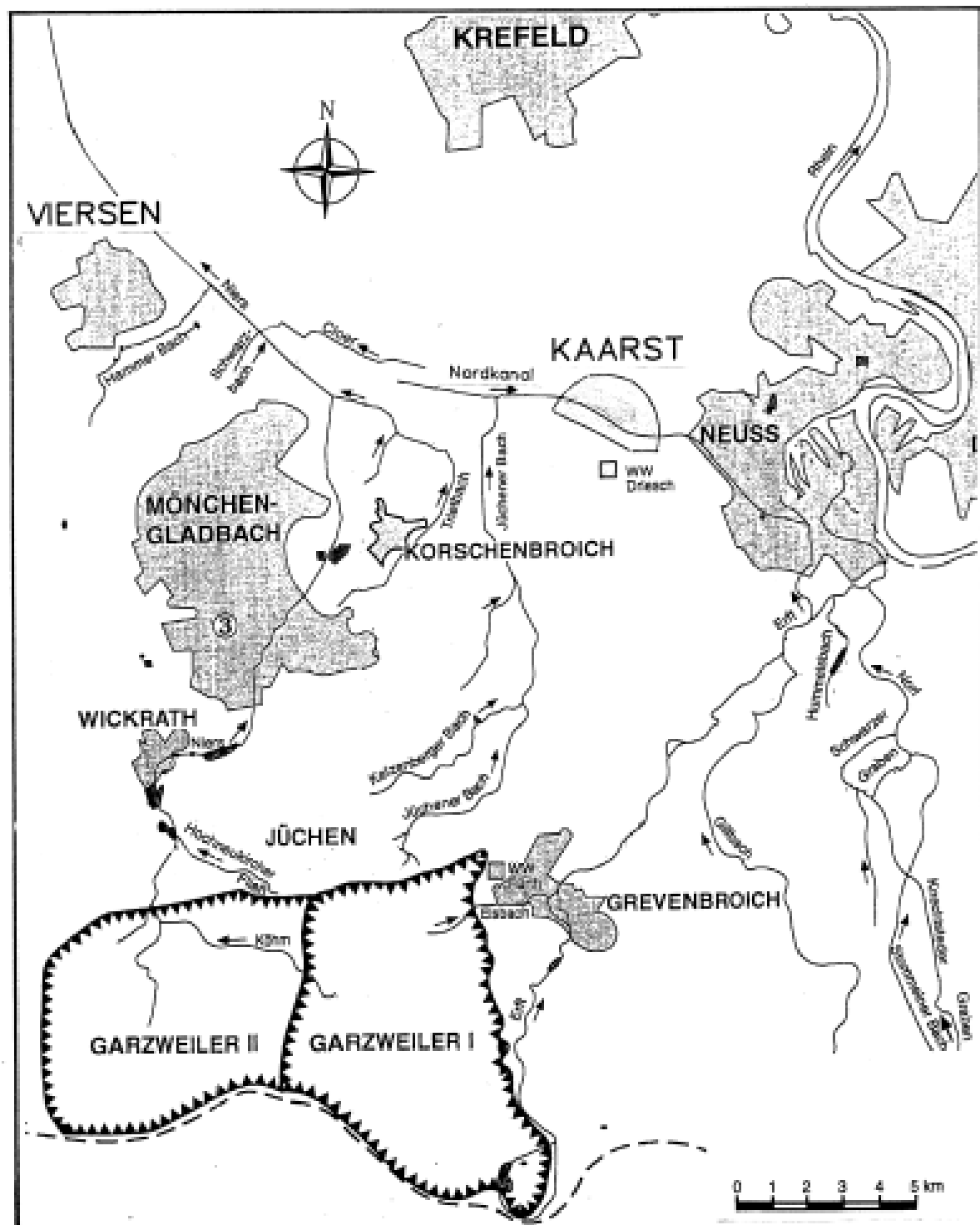


Abb. 2.1: Topographische Übersicht

2.2 Grundwasserabhängige Feuchtgebiete

Im Stadtgebiet Korschenbroich sind in den Niederungen von Niers, Trietbach und Nordkanal grundwasserabhängige schützenswerte Feuchtgebiete vorhanden, die z.T. Beobachtungsgegenstand des im Rahmen des Braunkohlenplanes durchgeführten Monitorings sind. Diese sowie weitere schützenswerte Feuchtgebiete auf Mönchengladbacher Stadtgebiet sind in Anl. 1.1 dargestellt. Hiervon sind das am Nordkanal gelegene Feuchtgebiet „Pferdsbroich“ sowie auf Mönchengladbacher Seite das Feuchtgebiet Elschenbruch westlich der Niers als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Die übrigen Gebiete – zumeist Bruchwälder – sind größtenteils Landschaftsschutzgebiete. Für einige der Feuchtgebiete gibt es Bestrebungen des Landes, die z.T. beeinträchtigten Flächen unter Anhebung der Grundwasseroberfläche zu sanieren bzw. zu renaturieren.

2.3 Bodensenkungen

Das Stadtgebiet Korschenbroich liegt nicht in einem Bodensenkungsgebiet. Nach den vorliegenden Leitnivelements sind von 1955 bis 1997 im Stadtgebiet großräumig Bodensenkungen von lediglich 1 bis 2 cm erfolgt (Auskunft Rheinbraun). Auch nach Auskunft des Landesvermessungsamtes NRW sind keine großräumigen Bodensenkungen im Stadtgebiet abgelaufen. Großräumige Bodensenkungen infolge von Grundwasserabsenkungen (hier: v.a. Sümpfung Rheinbraun mit Grundwasserabsenkungen im Stadtgebiet bis zu 10 m) sind bei Lage der natürlichen und abgesenkten Grundwasseroberfläche in den hoch tragfähigen und damit auch setzungsunempfindlichen Sanden und Kiesen der Unteren Mittelterrasse auch nicht zu erwarten. Lokal sind größere Bodensenkungen nur dann möglich, wenn im Bodenprofil oberflächennah vorhandene Torflagen (Verbreitung s. Anl. 7) entwässert werden. Dies betrifft hier insbesondere die Auenbereiche der Niers, des Unterlaufes des Trietbaches sowie des Nordkanales. Beispielhaft sei der Bereich um das WW Lodshof genannt, wo im engeren Absenkungstrichter in der Vergangenheit Bodensenkungen von einigen Dezimetern gemessen wurden.

3 Geologie, Geotechnik

3.1 Geologische Übersicht und Schichtbeschreibung

Das Stadtgebiet liegt im östlichen Teil der Niederrheinischen Bucht. Die Niederrheinische Bucht wird durch Verwerfungen in verschiedene Teilschollen gegliedert. Das Stadtgebiet wird vom NW-SE bzw. WNW-ESE streichenden Viersener Sprung gequert, der die Venloer und Kölner Scholle im südlichen Stadtgebiet von der Krefelder Scholle im nördlichen Stadtgebiet abgrenzt (s. Anl. 2.1). Gemäß den Schnitten in Anl. 2.2 (aus /L1/ und /K2/) wird das Quartär von der Störung nicht mehr versetzt.

Die ältesten für das Projekt relevanten Schichten sind nördlich des Viersener Sprungs die Ablagerungen des Oligozän. Sie sind hier überwiegend als z.T. schluffige Feinsande (marine Sande) ausgebildet, die im Projektgebiet bis über 100 Meter mächtig werden (s. Anl. 2.2, Schnitt A). Südlich des Viersener Sprungs bilden die miozänen Meeressande mit den eingelagerten Braunkohleflözen die Basis des Quartär. Im äußersten Südosten des Stadtgebietes (s. Anl. 2.1), südlich der Störung, sind an der Tertiäroberfläche Tone (Glehner Ton (Ton 6 A)) vorhanden.

Im Hangenden folgen die pleistozänen Ablagerungen der Unteren Mittelterrasse des Rheins (Quartär). Im äußersten Norden des Stadtgebietes, im Bereich entlang des Nordkanales, wird die Untere Mittelterrasse von der lithologisch vergleichbaren Niederterrasse des Rheins überlagert. Die Terrassensedimente setzen sich aus Sanden und Kiesen in wechselnden Anteilen zusammen. Bereichsweise können Feinsande und Schluffe eingelagert sein. Die Basis der Terrassensedimente ist infolge rinnenförmiger Einschnitte reliefiert, sie fällt im Stadtgebiet generell in nördliche Richtung von ca. 30 m ü. NN auf ca. 10 m ü. NN, im NW auch auf bis zu ca. 5 m ü. NN ab. Als Besonderheit ist der Liedberg im Süden des Stadtgebietes zu nennen, der als tertiärer Erosionsrest die Terrassenoberkante um ca. 20 Meter überragt.

Die Terrassensedimente, die auch überwiegend als Gründungsboden für unterkellerte Gebäude dienen, werden weitflächig von einer etwa 1 bis 2 m mächtigen Löss- bzw. Lösslehmschicht überdeckt.

Die jüngsten Ablagerungen bilden die i.d.R. wenige Meter mächtigen Talablagerungen des Holozän in den Auenbereichen der Bäche. Vor allem im nördlichen Auenbereich des Trietbaches (nördlich Raderbroich), im Bereich des Nordkanales sowie entlang der Niers sind in ihnen Torflagen weit verbreitet /K4/ (s. Anl. 7).

Böden: In den niederungsfernen Bereichen sind Parabraunerden vorherrschend. In den Niederungen von Trietbach, Niers und Jüchener Bach haben sich aus dem Löß sowie den Talablagerungen Böden unter Grundwassereinfluss wie Gley, Pseudo-Gley und Naßgley entwickelt. Die z.T. größeren Ausdehnungen dieser Böden belegen ein (ehemals) großflächig hoch anstehendes Grundwasser. Entlang

der Niers, dem Unterlauf des Trietbaches und dem Nordkanal sind weiterhin Niedermoore mit daraus entstandenen, ebenfalls grundwasserabhängigen, Moorböden verbreitet.

3.2 Bodenklassifizierung

Für die im Untersuchungsgebiet natürlich anstehenden Bodenarten lassen sich die in Tab. 3.1 aufgeführten Bodengruppen (DIN 18196) und Bodenklassen (DIN 18300) angeben (abgeleitet aus Schichtbeschreibungen).

Tab. 3.1: Bodengruppen und Bodenklassen der natürlich anstehenden Bodenarten

Geol. Bezeichnung	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300
Talablagerungen	SE, SU, UL, TM, OU, HZ	2, 3, 4
Löß/Lößlehm	UL, TM	4
Terrassensedimente	SW, GW, SE, (SU)	3
Oligozäne Sande	SU, SE	3

() = örtlich, untergeordnet

Die bindigen Schichtglieder sind wasserempfindlich, d.h. sie weichen bei Wasserzutritt und/oder dynamischer Beanspruchung unter Festigkeitsverlust auf und können in einen Boden der Klasse 2 (fließende Bodenarten) übergehen. Auch die unter dem Grundwasserspiegel z.T. anstehenden enggestuften Sande der Terrasse können in Verbindung mit mechanischer Beanspruchung bei Abschachtungen unter Festigkeitsverlust zum Ausfließen neigen. Die Terrassensedimente sind hoch tragfähig, die Talablagerungen sowie der Löß/Lößlehm eingeschränkt tragfähig.

4. Hydrologie

4.1 Grundwasserneubildung

Die langjährige mittlere Grundwasserneubildungsrate im Stadtgebiet beträgt nach Angaben des Erftverbandes $6,9 \text{ l/(sec*km}^2\text{)}$ entsprechend 218 mm/a . Bezogen auf die Stadtfläche von $55,26 \text{ km}^2$ entspricht dies einer Grundwasserneubildung von rund $12 \text{ Mio m}^3\text{/a}$. Die Neubildungsrate ist neben den meteorologischen Verhältnissen abhängig von der Bodenart, dem Relief, dem Bewuchs, dem Flurabstand und den Flächennutzungen. Die flächendifferenzierten Werte im Stadtgebiet liegen zwischen $3,8$ und $8,0 \text{ l/(sec*km}^2\text{) /F5/}$.

Die Grundwasserneubildung unterliegt auch zeitlichen Variationen in Abhängigkeit von den meteorologischen Randbedingungen. Die mittleren Jahreswerte können um über 50 % vom langjährigen Jahresmittelwert sowohl nach oben als auch nach unten abweichen. Die Entwicklung der mittleren jährlichen Neubildung im weiteren Untersuchungsraum seit 1970 ist grafisch in Abb. 4.1 unten dargestellt. Das in diesem Zeitraum festgestellte Minimum lag 1976 bei 40 % (entsprechend $2,8 \text{ l/sec*km}^2$), das Maximum 1994 bei 135 % (entsprechend $9,3 \text{ l/sec*km}^2$) vom langjährigen Jahresmittel.

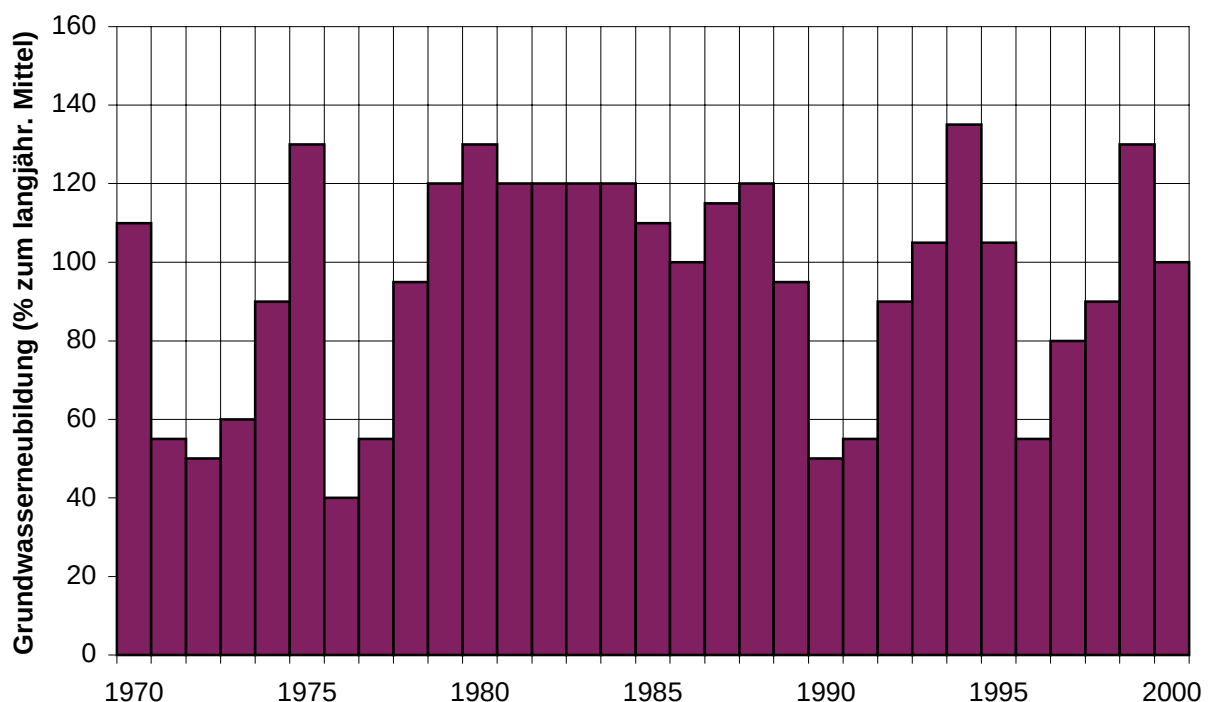


Abb. 4.1: Verlauf der jährlichen Grundwasserneubildung im weiteren Projektgebiet seit 1970 im Vergleich zum langjährigen Mittelwert (100 %) (nach /F5/)

4.2 Hydrogeologische Übersicht

Die Terrassensedimente bilden im Projektgebiet den Hauptgrundwasserleiter. Die im Liegenden folgenden tertiären Feinsande gehören aufgrund einer fehlenden stockwerkstrennenden Schicht weitläufig zusammen mit den Terrassen zum hier über 100 m mächtigen oberen Grundwasserstockwerk. Eine stockwerkstrennende Schicht zwischen den beiden geologischen Einheiten ist lediglich im südöstlichen Stadtgebiet vorhanden (Glehner Ton). Aufgrund der um den Faktor 100 gegenüber den tertiären Feinsanden höheren Durchlässigkeit liegt das wesentliche Grundwasserreservoir in den Sanden und Kiesen der Rheinterrassen. Bei den Betrachtungen von Grundwasserabsenkungen sind daher nur die Terrassensedimente zu berücksichtigen. Die unbeeinflussten grundwassererfüllten Mächtigkeiten der Terrassen nehmen zwischen ca. 10 m im Süden auf ca. 20 bis 25 m, im Bereich von Rinnen auch bis 32 m, im Norden des Stadtgebietes zu.

Die tieferen Grundwasserstockwerke sind für die Beurteilung der oberflächennahen Grundwasserproblematik nicht relevant und werden daher nicht beschrieben.

Der Viersener Sprung ist, sofern er im Quartär überhaupt noch wirksam war, nicht oder nur kaum durchflusshemmend /L1/.

Die Durchlässigkeiten der Unteren Mittelterrasse können kleinräumig zwischen $K = 1,3 \cdot 10^{-4}$ und $4,3 \cdot 10^{-3}$ m/s streuen /G6/. Als großräumige, aus Pumpversuchen abgeleitete Mittelwerte werden von der NVV für den Bereich ihrer Wasserwerke Lodshof, Waldhütte und Hoppbruch Werte von $K = 1,1$; $1,0$ und $1,3 \cdot 10^{-3}$ m/s angesetzt, von den Kreiswerken Grevenbroich für das weiter östlich gelegene WW Driesch ein Wert von $K = 1,5 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die im Rahmen der Sofortmaßnahmen im Februar 2001 in Kleinenbroich in 3 Brunnen durchgeführten Pumpversuche lieferten Durchlässigkeitsbeiwerte von i.M. $K = 2,2 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Das speichernutzbare Porenvolumen n_0 in den Terrassen beträgt für o.g. mittlere Durchlässigkeiten ($K = 1,0 \dots 1,5 \cdot 10^{-3}$ m/s) nach MAROTZ ($n_0 = 46,2 + 4,5 \cdot \ln [K]$) 15 bis 17 %.

Die Durchlässigkeit der oligozänen Meeressande beträgt rund $3 \cdot 10^{-5}$ m/s /G6/.

Die Grundwasseroberfläche ist zumeist frei und liegt in der Terrasse, bei hohen Grundwasserständen und in Auenlagen können gespannte, in Auenbereichen örtlich auch artesische Verhältnisse vorliegen (Angabe Erftverband).

4.3 Entwicklung der Grundwasserstände im Stadtgebiet

In Anh. 1 sind Ganglinien von Grundwassermessstellen im Stadtgebiet und Umrandung dargestellt. In Anh. 2 wurden für ausgewählte Messstellen die gemessenen Grundwasserganglinien mit den theoretischen natürlichen Ganglinien mit herausgerechnetem Einfluss der Sumpfung sowie sonstiger Grundwasserentnahmen gegenübergestellt. Bei dieser vom Erftverband vorgenommenen Untersuchung wird mit dem s.g. Wiener-Filter eine theoretische natürliche Grundwasserganglinie an einer Messstelle mit Lage in wasserwirtschaftlich beeinflusstem Gebiet (Grundwasserentnahmen, Gewässerausbau etc.) durch multiple Regression der gemessenen Ganglinie mit Ganglinien von wasserwirtschaftlich unbeeinflussten Messstellen errechnet.

4.3.1 Natürliche Schwankungen der Grundwasserstände

Die Grundwasserstände unterliegen natürlichen, witterungsbedingten Schwankungen. Die jahreszeitlichen Schwankungen sind bedingt durch eine höhere Grundwasserneubildung im wasserwirtschaftlichen Winterhalbjahr (November bis April) gegenüber dem Sommerhalbjahr, in dem temperaturbedingt die Verdunstung bzw. der Aufbrauch durch Pflanzen überwiegt und i.d.R. praktisch keine Neubildung erfolgt. Daher steigen die Grundwasserstände im hydrologischen Winterhalbjahr i.d.R. an, im Sommerhalbjahr fallen sie i.d.R. ab. Die jahreszeitlichen Schwankungen liegen in einer Größenordnung von etwa 0,5 bis 1 m, selten auch bis 1,5 m (vgl. Anh. 1.2 – 1.4). Bei mehrwöchiger extrem nasser Witterung im Winterhalbjahr kann sich ein Grundwasseranstieg von einem Meter innerhalb von 2 bis 3 Monaten vollziehen.

Die jahreszeitlichen Schwankungen werden von längerfristigen Vorratsänderungen im Grundwasser, bedingt durch mehrjährige gleichsinnige überdurchschnittliche Witterungsbedingungen, überlagert. So wurden in den relativ nassen Jahren 1965 bis 1968 sehr hohe Grundwasserstände erreicht. Eine Reihe überdurchschnittlich trockener Jahre von 1971 bis 1977 führten zu einem Absinken der Grundwasserstände um bis zu über 2 Meter (vgl. z.B. Ganglinie der Messstelle 656575 (ohne Rheinbraun-Einfluss); Anh. 1.2). Die überdurchschnittlich nassen Jahre 1979 bis 1988 führten zu einem stetigen Wiederanstieg der Grundwasserstände um ca. 1,5 Meter, ohne jedoch die Werte aus den sechziger Jahren wieder zu erreichen. In den 90er Jahren führten die überdurchschnittlich nassen Jahre 1994 und 1999 zu einem jeweils raschen Grundwasseranstieg um bis über 1 Meter.

Insgesamt können die natürlichen Grundwasserspiegelschwankungen in den niederungsfernen Bereichen Korschenbroichs bis zu 2 m betragen, in den Auenbereichen etwa 0,5 bis 1,5 m.

Das gesamte Stadtgebiet und dessen Randbereiche ist von Einzugsgebieten der Grundwasserentnehmer für die öffentliche Trinkwasserversorgung überzogen (s. Abschn. 4.7). Weitere Nutzungen des

Grundwassers erfolgen durch die Landwirtschaft und gewerbliche Entnehmer. Damit gibt es im Stadtgebiet keine völlig unbeeinflussten Grundwasserstände mehr. Dies bedeutet i.d.R. jedoch nicht einen stetigen Abwärtstrend, sondern dass sich nach Beginn einer Förderung ein neues hydrologisches Gleichgewicht einstellt, bei dem sich der alte Schwankungsrhythmus nur auf etwas tieferem Niveau fortsetzt.

4.3.2 Einfluss Sumpfung Rheinbraun

Die stärkste Beeinflussung der Grundwasseroberfläche erfolgt seit etwa Ende der 60er Jahre durch die Sumpfung des südlich der Stadt Korschenbroich gelegenen Braunkohlentagebaues Garzweiler (s. auch Abschn. 4.6.2).

Die Grundwasserabsenkung durch den Tagebau Garzweiler erfasste zuerst das dem Tagebau nächstgelegene südliche Stadtgebiet zum Ende der 60^{er} Jahre, hier beispielhaft an der Ganglinie der Messstelle 806801 (gemessen und berechnet – ohne Bergbaueinfluss; Anh. 2.1) aufgezeigt. Bis gegen Ende der 70^{er} Jahren sank die Grundwasseroberfläche dort, zusätzlich begünstigt durch langandauernde niederschlagsarme Zeitabschnitte (s.o.), stark um bis zu 5 Metern gegenüber den nassen 60^{er} Jahren ab, wobei etwa die Hälfte des Absenkungsbetrages sumpfungsbedingt, die andere Hälfte witterungsbedingt ist. In den wieder niederschlagsreicheren 80^{er} Jahren erfolgte eine Unterbrechung der Absenkungstendenz, die sich dann erst wieder ab Ende der 80^{er} Jahre bis Ende der 90^{er} Jahre mit einem Betrag von 2 bis 3 m fortsetzt. Insgesamt beträgt die bergbaubedingte Absenkung dort dztg. rund 5 Meter, das Maximum des Bergbaueinflusses ist seit Mitte der 90^{er} Jahre zu verzeichnen. Die größte Absenkung durch die Sumpfungsmaßnahmen – am äußersten Südrand der Stadt – beträgt etwa 10 m. Zeitlich verzögert und mit geringeren Absenkungsbeträgen breitete sich die Grundwasserabsenkung nach Norden aus. An der im Süden von Kleinenbroich gelegenen Messstelle 907391 (Anh. 2.1) beträgt die bergbaubedingte Absenkung dztg. etwa 1 bis 1,5 m. Weiter nördlich, an den Messstellen 907261 (Nähe Nordkanal) und 907271 (nördlich Korschenbroich) liegen nur geringe Abweichungen im Dezimeter-Bereich zwischen den gemessenen und berechneten Ganglinien vor (Anh. 2.2), die zum einen im Rahmen der Genauigkeit des Verfahrens liegen, zum anderen auf die Überlagerung durch die Grundwasserentnahmen der Wasserversorger zurückzuführen sind. Ein *eindeutiger* Einfluss der Sumpfung durch die Rheinbraun AG ist hier nicht mehr nachweisbar.

Die Ganglinien zeigen, dass auch die von der Sumpfung beeinflussten Grundwasserstände den natürlichen, witterungsbedingten Schwankungen unterliegen, nur jeweils auf tieferem Niveau.

Anh. 1.1, in dem Ganglinien langjährig beobachteter Grundwassermessstellen in unterschiedlichen Entfernungen zum Tagebau Garzweiler dargestellt sind, zeigt beispielhaft den im Stadtgebiet von Süden nach Norden abnehmenden Sumpfungseinfluß (s.a. Abb. 4.2; Lage der Messstellen s. Anl. 1.3).

4.3.3 Einfluss sonstiger Grundwasserentnahmen

Im Norden des Untersuchungsgebietes fördern die Wasserwerke Lodshof/Waldhütte und Driesch seit 1965 bzw. 1959, in größerem Umfang seit ca. Mitte der 70er Jahre. Weitere Wasserwerke liegen nördlich des Nordkanals (s. Abschn. 4.6.1). Anh. 1.1 unten zeigt Ganglinien aus dem Nordraum, die unbeeinflusst von der Sümpfung durch Rheinbraun sind und mindestens 2 Kilometer von Fassungsanlagen entfernt liegen. Die Grundwasserstände in den 60er Jahren ohne größere GW-Entnahmen liegen um etwa 0,5 m über denen der 80er und 90er Jahre. Die Differenz ist zum einen noch auf die Nachwirkung der extrem trockenen 70er Jahre, zum anderen möglicherweise auf die intensive Grundwassernutzung zurückzuführen. Mit Annäherung an die Fassungsanlagen, im eigentlichen Absenkungstrichter, liegen höhere Differenzen vor.

4.3.4 Prognose zukünftiger natürlicher Grundwasserstände

Eine Prognose zukünftiger natürlicher Grundwasserstände ist allenfalls qualitativ möglich. Durch den bisherigen Beobachtungszeitraum von z.T. über 45 Jahren an von Rheinbraun unbeeinflussten Messstellen werden mögliche Extremwerte weitgehend erfasst. Weiterhin kann der mittlere Grundwasserstand hinreichend genau ermittelt werden. Hinsichtlich der mehrjährigen Zeitspannen mit tiefen oder hohen Grundwasserständen (s.o.) liegen keine zyklischen, mathematisch formulierbaren Gesetzmäßigkeiten vor, ebenso wenig wie für das Witterungsgeschehen. Damit ist eine langjährige Prognose von Grundwasserganglinien nicht möglich. Mittels statistischer Auswertungen langjähriger Zeitreihen können jedoch Eintrittswahrscheinlichkeiten bestimmter Grundwasserstände abgeleitet werden.

Neben meteorologischen Gegebenheiten wird die Grundwasseroberfläche durch Grundwasserentnahmen (Wasserwerke, Sümpfung durch den Bergbau) sowie den Gewässerausbau beeinflusst. Bei allgemein rückläufigem Trinkwasserverbrauch ist – neben der geplanten Stilllegung des WW Lodshof/Waldhütte – ein Rückgang der wasserwirtschaftlichen Nutzung auch im Stadtgebiet mittel- und langfristig nicht auszuschließen. Insgesamt ist zukünftig der Wiedereintritt der Grundwasserstände auch der 50er und 60er Jahre wahrscheinlich.

4.4 Fließgewässer

Durch das Stadtgebiet Korschbroich verläuft die Hauptwasserscheide zwischen Rhein und Maas. Die den westlichen Stadtrand bildende Niers und deren östlicher auf dem Stadtgebiet vorhandener Nebenarm Trietbach entwässern zur Maas, der Nordkanal mit seinem Zulauf Jüchener Bach über die Obererft zum Rhein (s. Anl. 1.1). In Anh. 3 sind Längenprofile der wichtigsten Fließgewässer im Stadtgebiet zusammengestellt.

Bedingt durch die Sumpfungsmaßnahmen der Rheinbraun AG liegen die Gewässersohlen v.a. im südlichen Stadtgebiet weit verbreitet über der Grundwasseroberfläche. Die Wasserführung des Jüchener Baches und des Trietbachs ist hauptsächlich auf Kompensationsmaßnahmen (Einleitungen) der Rheinbraun AG (Jüchener Bach auch Einleitungen aus der Kläranlage Glehn) zurückzuführen (s. auch Abschn. 4.6.2). Aufgrund der Sohlage überwiegend oberhalb der Grundwasseroberfläche erfolgen Aussickerungen dieser Wässer /L5/. Hierdurch ist der **Trietbach** etwa ab nördlich der Bahnlinie (Strecke MG-NE) zumeist trocken (Angabe Stadt Korschenbroich). Der bereits vor 1971 trocken gefallene Trietbach /L5/ hat lediglich bei sehr hohen Grundwasserständen wie z.B. im Frühjahr 1999 örtlich Grundwasseranschluß, wie der Vergleich von Abflussmessungen an verschiedenen Stellen zu unterschiedlichen Zeitpunkten verdeutlicht (Unterlagen Niersverband). Nördlich der Bahnlinie ist die Grundwasserabsenkung durch das WW Lodshof in Verbindung mit dem schlechten Pflegezustand des Trietbachs ursächlich für die Trockenheit des Bachlaufes. Oberhalb der Mündung in die Niers befindet sich eine Sohlgleite ($\Delta h = 1,0$ m; $L = 65$ m), durch die eine Beeinflussung des Trietbaches bei niedrigen und mittleren Wasserständen der Niers ausgeschlossen werden kann /F15/. Das mittlere Gefälle zwischen der Einmündung in die Niers und dem Zufluss des Pescher Grabens beträgt 0,75 ‰. Die Leistungsfähigkeit in diesem Abschnitt variiert stark zwischen 50 l/sec und > 1.000 l/sec /F15/. Die Ausuferungen bei Abflüssen in Abschnitten mit geringen Abflussleistungen erfolgen schadlos in die angrenzenden Wiesen- und Waldgebiete.

Die im Norden in den Trietbach mündenden Gewässer Fluitgraben und Herzbroicher / Neersbroicher Graben sind ohne Grundwasseranschluß /G6/. Gleiches gilt für den Pescher Graben (Zufluss in den Trietbach auf Höhe von Kleinenbroich).

Insbesondere der Trietbach sowie weitere Nebenbäche/-gräben hatten vor Beginn der Gewässerunterhaltungsmaßnahmen in 2001 aufgrund von Verschlammung/Verkrautung etc. örtlich geringe Abflussleistungen /-querschnitte ($Q_{HW} < 0,1$ m³/s) sowie bereichsweise Gegengefälle /F15/.

Der **Jüchener Bach** führt trotz Aussickerungen dauerhaft Wasser. Der Niedrigwasserabfluss am Pegel Glehn (kurz vor der Kläranlage) beträgt rund 40 – 43 l/sec, das entspricht rund 51 – 55 % der mittleren Einleitungsmenge der Rheinbraun AG (ca. 78 l/sec). In Kleinenbroich beträgt der Abfluß rund 80 l/s; davon entstammen ca. 40 l/sec aus dem Zulauf der Kläranlage Glehn (Angabe Erftverband). An dem Pegel etwa 920 m oberhalb der Einmündung in den Nordkanal liegt er bei ca. 47 l/s. Aus dem gegenüber der Kläranlage Glehn vorhandenen Rückhaltebecken ist eine Einleitung bis 1.000 l/sec genehmigt.

Für den Gewässerabschnitt zwischen den Ortschaften Glehn und Kleinenbroich wurden auf der Basis von Abflussmessungen Aussickerungen in Höhe von rund 300.000 m³/a ermittelt (Angabe Erftverband). Die Aussickerungen werden durch Verschlammungen der Sohle begrenzt (Stärke in Klei-

nenbroich ca. 1 – 2 dm, örtlich bis 8 dm; Angabe Erftverband). Der einzige Nebenarm im Stadtgebiet, der Kommerbach, ist weitgehend trocken.

Nach /L1/ lag auch schon in den 50er Jahren die Sohle oberhalb von Kleinenbroich strecken- und zeitweise über der Grundwasseroberfläche.

Der nordöstlich des Flugplatzes Mönchengladbach beginnende **Nordkanal** fließt mit sehr geringem Gefälle nach Osten zur Obererft. Er wird v.a. aufgrund der Grundwasserabsenkungen durch Trinkwassergewinnungen bei niedrigen und abschnittsweise auch bei mittleren Grundwasserständen unterströmt /L1/. Der mittlere Niedrigwasserabfluß MNQ am Pegel Kaarst (Lage s. Anl. 1.3) in den Jahren 1985 – 2000 beträgt i.M. rund 200 l/s, die höchsten Abflüsse ca. 2.200 l/s.

Von der **Niers** liegen nur Längenschnitte aus 1930 bis 1935 bzw. 1953 – z.T. Planungsstände – vor. Die tatsächlichen Sohllagen können von diesen Angaben abweichen (z.B. Zulauf Trietbach; Sohle Niers dort mindestens 0,3 m tiefer als im Schnitt). Entlang der Niers herrschen im Untersuchungsraum abschnitts- und zeitweise wechselnd in- und effluente Verhältnisse. Südlich des Wehres auf Höhe der Eisenbahnbrücke (Strecke MG-NE) liegt der Nierswasserspiegel auch bei hohen Grundwasserständen meist oberhalb der Grundwasseroberfläche (gemäß Auswertungen NVV 1996). Nördlich der Bahnlinie bis etwa auf Höhe Ausbauende A 44 infiltriert die Niers bei niedrigen und mittleren Grundwasserständen, nördlich davon bis zum Profilende (ca. Trabrennbahn) liegen durchwegs effluente Verhältnisse vor. Der Trockenwetterabfluss auf Höhe von Neersen beträgt ca. 2 m³/sec (Angabe Niersverband), der Abfluss HQ₁₀ der Niers auf Höhe der Einmündung des Trietbaches 23,7 m³/sec /F15/.

4.5 Grundwasseroberfläche

Die nachfolgenden Beschreibungen der Grundwasseroberfläche zu verschiedenen Zeitpunkten und Grundwasserhöhen basieren auf vom Erftverband zur Verfügung gestellten Grundwassergleichenplänen. Der Gleichenplan mit dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand wird in Abschn. 5.4.1 gesondert behandelt.

4.5.1 Oktober 1955

Der Gleichenplan für Oktober 1955 (s. Anl. 3.1) gibt das Strömungsbild für etwa mittlere Grundwasserstände vor Beginn der Tagebausümpfung wieder. Dieser Plan bildet die Grundlage für die Darstellung der bergbaulich unbeeinflussten Grundwassersituation und gibt die sich nach Abklingen des

Sümpfungseinflusses ungefähr wieder einstellende Grundwasseroberfläche wieder. Die wasserwirtschaftliche Nutzung in 1955 war jedoch im Untersuchungsraum bedeutend geringer als heute. Die Stadtwerke Mönchengladbach (jetzt NVV) hatten keine Fassungsanlagen auf Korschenbroicher Stadtgebiet, auch das WW Hoppbruch (Stadtgebiet Mönchengladbach) wurde erst 1956 in Betrieb genommen. Gleiches gilt für die Kreiswerke Grevenbroich, deren WW Driesch erst seit 1957/58 in Betrieb ist. Nach /L1/ erfolgte im Stadtteil Korschenbroich in 1954/55 eine Entnahme von zusammen rund 300.000 m³/a. Angaben über weitere damalige Entnahmen von Industriebetrieben oder zur Feldberegung liegen nicht mehr vor (Angabe Stadt Korschenbroich). Insgesamt können damit für den Gleichensplan Oktober 1955 weitestgehend natürliche Strömungsverhältnisse unterstellt werden.

Die Grundwasserströmungssituation im unbeeinflussten Zustand ist wesentlich von der örtlichen Grundwasserneubildung abhängig und wird von topographischen Gegebenheiten und Vorflutern geprägt. Im Gegensatz zum heutigen, bergbaubeeinflussten Zustand mit Ausbildung einer Grundwasserscheide im Südteil von Korschenbroich (vgl. Abschn. 4.5.2) strömte das gesamte Grundwasser in nördliche Richtung ab. Im größten Teil des Stadtgebietes erfolgt der Abstrom nach Nordosten zum Rhein, im westlichen Teil bildete die Niers die Vorflut. Die Grundwasserhöhen fallen im Stadtgebiet von SSW nach NNE von 50 m ü. NN auf knapp 37 m ü. NN ab. Die Bäche im Stadtgebiet hatten überwiegend Grundwasseranschluss.

Die sich nach Beendigung des Sümpfungseinflusses einstellende Grundwasseroberfläche bei mittleren Grundwasserständen wird v.a. im Norden des Stadtgebietes um einige Dezimeter niedriger als die von Okt. 1955 liegen, die Aufrechterhaltung der heute intensiven wasserwirtschaftlichen Nutzung im Stadtgebiet vorausgesetzt. Der Umfang zwischenzeitlich erfolgter Um-/Ausbaumaßnahmen von Vorflutern ist gering, die Auswirkungen auf die Grundwasseroberfläche damit ebenfalls. Über andere Grundwasserstandsbeeinflussungen, z.B. durch Dränagen, liegen dem Geotechnischen Büro keine Angaben vor.

4.5.2 Oktober 1999

Zum Zeitpunkt Oktober 1999 lagen in etwa mittlere Grundwasserstände bezogen auf die letzten 20 Jahre vor (Angabe Erftverband).

Im äußersten Süden des Stadtgebietes verläuft bogenförmig in ost-westlichen Richtungen eine Grundwasserscheide, die durch die Sümpfung im Tagebau Garzweiler I bedingt ist. Südlich von ihr strömt das Grundwasser in südliche Richtung zu den Sümpfungsbrunnen des Tagebaus. Nördlich davon erfolgt die Strömung, wie auch 1955 in nördliche und nordöstliche Richtung, jedoch im südli-

chen und mittleren Stadtgebiet auf niedrigerem Niveau als 1955. In der Folge haben die Vorfluter in diesem Bereich keinen Kontakt mehr zum Grundwasser (vgl. auch Abschn. 4.4).

4.6 Wasserwirtschaft

4.6.1 Grundwasserentnahmen

Das gesamte Stadtgebiet Korschenbroich ist mit Einzugsgebietsflächen von Grundwasserentnahmen für die öffentliche Versorgung belegt (Anl. 1.2). Die größten Einzelentnahmen sind die am nordwestlichen Stadtrand gelegenen Fassungsanlagen Lodshof und Waldhütte der Niederrheinischen Versorgung und Verkehr AG (NVV), Mönchengladbach, das Wasserwerk Hoppbruch der NVV südlich Korschenbroich (Stadtgebiet Mönchengladbach) sowie die Fassungsanlage Driesch der Kreiswerke Grevenbroich GmbH im Stadtgebiet Kaarst.

Die Wasserrechte dieser Wasserwerke betragen:

WW Lodshof:	2,92 Mio m ³ /a
WW Waldhütte:	1,3 Mio m ³ /a
WW Hoppbruch:	4,61 Mio m ³ /a
WW Driesch:	6,0 Mio m ³ /a (beantragt)

Von den Wasserwerken Krefeld II, Darderhöfe und Fellerhöfe liegen kleinere Teilflächen ihrer Einzugsgebiete noch im nördlichen Stadtgebiet von Korschenbroich.

Weiterhin sind im Stadtgebiet Korschenbroich und dessen Randbereichen 86 kleinere Wasserrechte vergeben (Stand 1999; Kreis Neuss). Eine tabellarische Übersicht über die Grundwasserentnahmen im Stadtgebiet ist in Anh. 4 zusammengestellt (Lage s. Anl. 1.2). Die genehmigte Entnahmemenge für gewerbliche Entnehmer beträgt insgesamt 104.000 m³/a, die für Teichbefüllungen 207.000 m³/a. Daneben sind eine Reihe von Entnahmen zur Feldberegnung über das Stadtgebiet verteilt mit einer genehmigten Entnahme von insgesamt 755.000 m³/a. Letztere fördern diskontinuierlich und nach Erfordernis (d.h. v.a. bei Trockenheit) ausschließlich in den Sommermonaten. Die Auswirkungen auf die Wintermonate mit i.d.R. hohen Grundwasserständen sind somit, abgesehen von einer gewissen Zeit zur Wiederauffüllung des Vorrates, begrenzt.

An den insgesamt im Stadtgebiet und näherem Umfeld vergebenen Wasserrechten in Höhe von rund 16,2 Mio m³/a beträgt der Anteil für die öffentliche Versorgung 93 % bzw. 15 Mio m³/a.

Die tatsächlichen Entnahmemengen lagen 1998 bei 12,0 Mio m³, 1999 bei 11,3 Mio m³, entsprechend rund 74 bzw. 70 % der genehmigten Menge. Ganglinien der Jahresentnahmemengen o.g. Wasserwerke sind in Anh. 5 zusammengestellt. Danach steigt die Förderung bis in die 70er bzw. 80er Jahre und verbleibt danach in diesem Niveau. Eine Ausnahme bildet das WW Lodshof/Waldhütte, in dem seit 1994 eine Rücknahme der Jahresfördermenge um ca. 1 Mio m³ gegenüber den Vorjahren auf dann rund 3 Mio m³ vorliegt. Weitere deutliche Rückgänge sind in den Jahren 1999 und 2000 auf knapp 2 Mio m³ zu verzeichnen. Im Juni 2001 soll das WW außer Betrieb genommen werden.

Eine Prognose der zukünftigen GW-Entnahmemengen ist nur schwer möglich. Allgemein ist der individuelle Trinkwasserverbrauch durch den Einsatz wassersparender Haushaltsgeräte tendenziell rückläufig. Gleiches gilt für den gewerblichen Wasserbedarf.

4.6.2 Maßnahmen der Rheinbraun AG

Als größte Beeinflussung der Grundwasseroberfläche vor allem im Südteil der Stadt Korschenbroich sind hydraulische Maßnahmen der Rheinbraun AG herauszustellen. Hierbei ist zwischen **Grundwasserentnahmen** im Zuge der Sumpfung und in wesentlich geringerem Umfang erfolgenden **Wiedereinleitungen** zu differenzieren.

4.6.2.1 Sumpfung

Einflüsse der Sumpfung durch den rund 9 km von Korschenbroich entfernten Tagebau Garzweiler, infolgedessen z.Zt. jährlich ca. 90 Mio m³ Grundwasser gehoben werden, sind in Korschenbroich seit etwa Ende der 60er Jahre festzustellen (vgl. Abschn. 4.3). Der heutige Einfluss der Sumpfung ist in Form einer Isolinienkarte in Anl. 4 dargestellt. Die Darstellung basiert auf einer Kombination von Grundwassermodellierung und statistischer Auswertung von Grundwasserganglinien. Alle GW-Entnahmen außerhalb des Bergbaus sowie die natürlichen Grundwasserschwankungen sind hierbei herausgerechnet. Danach wirkt sich die heutige sumpfungsbedingte mittlere Grundwasserabsenkung² nach Norden bis zu einer am Nordrand von Korschenbroich, Kleinenbroich und Büttgen verlaufenden bogenförmigen Linie aus. Der maximale Sumpfungseinfluß liegt seit etwa Mitte der 90er Jahre vor (vgl. Abschn. 4.3). Nach Süden nehmen die Absenkungsbeträge im Stadtgebiet bis auf max. ca. 10 m zu (s. auch Abb. 4.2). Durch die Westwanderung des Braunkohlenabbaus wird der Sumpfungseinfluss in Korschenbroich voraussichtlich ab 2005 abnehmen. Für den Zeitraum des Wiederanstiegs bis hin zu

² Der Einfluss der Sumpfung kann zeitlich auch in Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen variieren

sümpfungsunbeeinflussten Verhältnissen sind mehrere Jahrzehnte anzusetzen (genauere Aussagen sind aufgrund nicht prognostizierbarer Witterungsbedingungen nicht möglich).

Infolge der Sümpfung ist nahe der südlichen Stadtgrenze eine dort bogenförmig ca. E-W-verlaufende Grundwasserscheide zwischen Tagebau und dem Rhein bzw. der Maas ausgebildet. Der hierdurch entstandene Verlust des Wasserdargebotes v.a. für die öffentliche Wasserversorgung wird seitens Rheinbraun z.T. durch Ersatzwasserlieferungen, z.T. durch Einleitungen (s.u.) kompensiert.

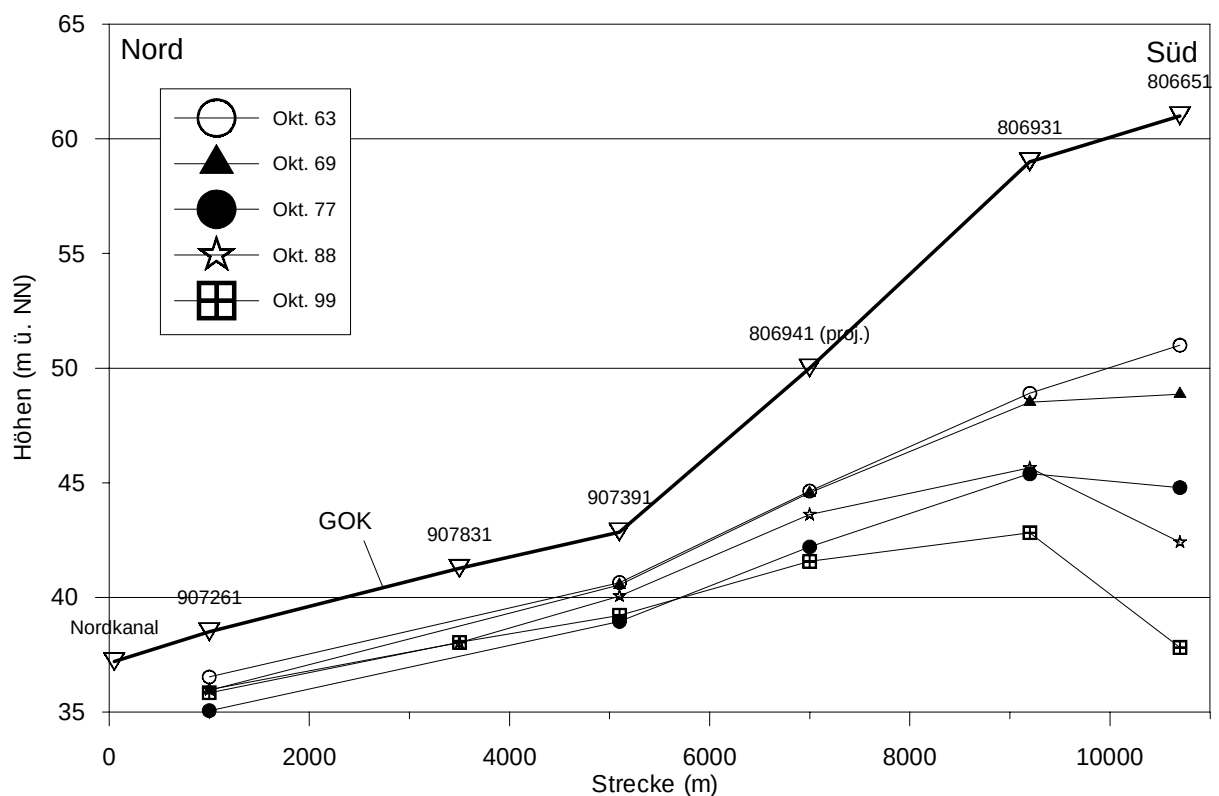


Abb. 4.2: Grundwasserstände im Nord-Süd-Querschnitt zu verschiedenen Zeitpunkten (Lage Messstellen s. Anl. 1.3)

4.6.2.2 Wassereinleitungen

Die Rheinbraun AG ist im Rahmen des Braunkohlenplanes für die Dauer der Sümpfungseinflüsse gesetzlich verpflichtet, durch Grundwassereinleitungen in den Untergrund und in oberirdische Gewässer sümpfungsbedingte Schäden abzuwenden. Ziel der Einleitungen ist es, in ökologisch oder bautechnisch grundwassersensiblen Bereichen (z.B. Feuchtgebiete; Bauwerke mit Holzpfahlgründungen, Bauwerke mit Gründung auf setzungsempfindlichen Bodenschichten) die natürlichen Grundwasserstände incl. ihrer natürlichen Schwankungen zu erhalten. Daraus ergeben sich relativ konstante Einleitungsmengen. Die Einleitungen dürfen andererseits nicht zu Vernässungsschäden an Gebäuden oder

Flächen führen, weiterhin dürfen die hierdurch in der Fläche erzeugten Grundwasserstände nicht über den ehemals natürlichen Grundwasserständen liegen. Die Auswirkungen der Einleitungen werden durch ein umfangreiches Monitoring überwacht.

Im Projektgebiet erfolgen **Direkteinleitungen in oberirdische Gewässer** in den Trietbach (E 2, seit 1995) und in den Teich Haus Horst (E 1, seit 1991) (Lage s. Anlage 1.2). Sie dienen der Bespannung der o.g. Gewässer, der Schilfmulde sowie einiger Gräben im Hoppbruch. Der von der Einleitungsrate in den Teich Haus Horst in Höhe von rund 50 l/sec verbleibende, in den Trietbach gelangende Restabfluß beträgt ca. 5 l/sec (Angabe Rheinbraun). Weiterhin wird in den Jüchener Bach bzw. den in den Jüchener Bach mündenden Hackhausener Graben auf Höhe von Jüchen eingeleitet (in der Summe im Mittel ca. 2,2 Mio m³/a (70 l/sec)), dies v.a. zur Bespannung des Baches und zur Zuführung von Frischwasser in den Nordkanal zur Verdünnung der dortigen Wässer aus Kläranlagen.

Die eingeleiteten Mengen (Zusammenstellung und Ganglinien s.. Anh. 6.1) unterliegen in monatlichen Zeiträumen nur geringen Schwankungen. Die anfänglich höheren Werte im Bereich Hoppbruch sind nach Angaben des Erftverbands zum einen auf eine Wasseraufnahme der anfangs trockenen bzw. ungesättigten Böden, zum anderen auf eine Einregelung des Systems zurückzuführen.

Einleitungen in den Untergrund (oberer Grundwasserleiter) erfolgen im Süden des Hoppbruchs über 2 Sickerschlitze (seit 1992) und 4 Sickerbrunnen (seit 1999) (Lage s. Anlage 1.2) und dienen der Stabilisierung der Grundwasserstände und –fließrichtung im Hoppbruch (Stadtgebiet Mönchengladbach) und der Sicherung der Wassergewinnung des WW Hoppbruch der NVV (Ausgleich für den sumpfbedingten Verlust von Teilen des Einzugsgebietes; weiterhin setzt der Betrieb einer Hebergalerie hohe Grundwasserstände voraus). Als Nebeneffekt bewirken die Einleitungen weiterhin die Abwehr einer CKW-Schadstoffahne vom WW Hoppbruch.

Weiter südlich werden seit 1995 Einleitungen in den Untergrund im Raum südlich von Giesenkirchen/Schelsen vorgenommen, um die Grundwasserstände im südöstlichen Stadtgebiet Mönchengladbach zu stabilisieren. Ziele sind der Erhalt der Niersaue, Verhinderung von Setzungsschäden von in Talablagerungen der Niers gegründeten Gebäuden und Erhalt des Dargebotes für Trinkwassergewinnungen der NVV. Diese Einleitungen erfolgen zur Zeit südlich der Grundwasserscheide Tagebau/Rhein. Es findet damit kein Abstrom dieser Wässer nach Norden (und damit auch nicht nach Korschenbroich) statt. Die Menge lag 1999 bei rund 4,9 Mio m³.

Die Einleitungen führen nach Angaben von Rheinbraun nicht zu einem Grundwasseranstieg im Stadtgebiet Korschenbroich über ein bergbauunbeeinflusstes Niveau hinaus. Die jetzigen durch Infiltratio-

nen aufgehöhten Grundwasserstände liegen in der Fläche um ca. 0,5 bis 1 m unter den ehemals natürlichen (vgl. auch Anl. 4).

Die Aussickerungen im Jüchener Bach betragen nach Angaben des Erftverbandes im Abschnitt zwischen dem Nordrand von Glehn und dem Nordrand von Kleinenbroich etwa 300.000 m³/a (s.a. Abschn. 4.4).

4.7 Grundwasserbeschaffenheit

Hinsichtlich der langfristigen Betriebsfähigkeit von Entwässerungseinrichtungen sind eine Reihe von Wasserinhaltsstoffen zu betrachten, die eine Beeinträchtigung durch Verockerung, Inkrustation oder Korrosion bewirken können. Das Hauptaugenmerk ist i.d.R. auf die Verockerung zu legen.

Nach BIESKE (1992) liegt eine Verockerungsgefahr bei gleichzeitigem Vorliegen folgender Bedingungen vor:

- pH-Wert um ca. 7 und
- Eisengehalt (Fe^{2+}) > 0,2 mg/l und
- Redoxpotential > 10 mV.

Nach Auswertungen des Erftverbandes liegen im Grundwasser im Stadtgebiet Korschenbroich örtlich hohe Eisengesamtwerte von im Mittel > 1 mg/l (im Maximum bis 8 mg/l) vor, die sich nach vorliegendem Datensatz v.a. auf die Niederungen von Niers, Trietbach und Nordkanal konzentrieren (Ursache sind die hier reduzierenden (sauerstoffarmen) Verhältnisse, bedingt durch die abdichtende Wirkung von Auelehmüberdeckungen, z.T. mit Torfeinlagerungen). Untersuchungen auf 2-wertiges Eisen liegen nicht vor, im reduzierten Milieu (wie im WW Lodshof vorliegend) ist deren Anteil am Gesamteisen jedoch als hoch zu erwarten. Auch im Rohwasser der WW Lodshof und Waldhütte sind hohe Eisengesamtwerte von im Mittel 3,5 bzw. 6,4 mg/l vorhanden (Angabe NVV), weiterhin ebenfalls hohe Mangangehalte mit Mittelwerten von 0,7 bis 1 mg/l (1994) /F26/. Gleichzeitig liegen die pH-Werte um pH = 7 und die Redoxpotentiale im Mittel bei 80 mV (1994).

Insgesamt besteht damit im Stadtgebiet für Entwässerungseinrichtungen zumindest örtlich eine Verockerungsgefahr. Die Gefahr erhöht sich noch bei Vorhandensein von Eisen- und Manganbakterien (bisher nicht untersucht). Erheblich abgemindert wird die Verockerungsgefährdung bei Anwesenheit von Huminsäuren, wodurch die Ausfällung von Eisen und Mangan behindert wird. Huminsäuren sind hier in Auenbereichen zu erwarten (z.B. im WW Lodshof/Waldhütte vorhanden). Dem hieraus resultierenden Vorteil für Entwässerungseinrichtungen steht als Nachteil ein erhöhter technischer und wirtschaftlicher Aufwand zur Fällung von Eisen und Mangan in Aufbereitungsanlagen gegenüber.



Die dem Geotechnischen Büro zur Verfügung stehenden Wasseranalysen der NVV /F26/ und des Erftverbandes weisen das Grundwasser nach DIN 4030 überwiegend als nicht betonaggressiv, nur vereinzelt als schwach betonaggressiv aus. Dies ist auf aggressive kalklösende Kohlensäure zurückzuführen.

5 Betroffenheitsanalyse

5.1 Vorbemerkungen

Von den 70er bis zu den 90er Jahren wurden bei in großen Zeitabschnitten niedrigen Grundwasserständen infolge von Defiziten in der Grundwasserneubildung sowie - im Süden und in der Mitte des Stadtgebietes - zusätzlich überlagert von sumpfungsbedingten Grundwasserabsenkungen der Rheinbraun AG zahlreiche Gebäude ohne Rücksicht auf mögliche Grundwasserstände gebaut. Infolge dieser Fehleinschätzung sind zukünftig, v.a. mit abnehmendem Sumpfungseinfluss der Rheinbraun AG Gebäudever-nässungen in großem Umfang zu erwarten (vgl. Abschn. 5.4).

5.2 Begriffsbestimmungen

Unter „**Betroffenheit**“ werden nachfolgend im engeren Sinne Nutzungseinschränkungen und materielle Schäden an Gebäuden und Inventar verstanden, die sich aus der Interaktion zwischen Bauwerk und Grundwasser ergeben können. Hierzu gehören auch mögliche gesundheitsschädliche Auswirkungen auf den Menschen infolge von Durchfeuchtungen und z.B. daraus entstehender Schimmelpilzbildung. Im Rahmen der Gesamtbewertung ist der Begriff „Betroffenheit“ weiter zu fassen und auch auf andere Schutzgüter und Einrichtungen, wie z.B. Ver- und Entsorgungssysteme (hier insbesondere Kanalisationsleitungen), Natur und Landschaft, Friedhöfe, Deponien, Altlasten etc. auszudehnen.

Für die Abschätzung des Maßes der **Betroffenheit von Bauwerken** spielen folgende Faktoren eine wesentliche Rolle:

- Bauliche Voraussetzungen, hier insbesondere in Bezug auf die Bauwerksabdichtungen nach DIN 18 195:
 - fehlende oder mangelhafte Bauwerksabdichtungen ,
 - Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit,
 - Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser,
 - Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser.
- Höhenlage des Gebäudes relativ zu dem sich zeitlich verändernden Grundwasserstand (s. Abb. 5.1),
- Überschreitungshäufigkeit und Überschreitungsdauer kritischer Grundwasserstände (s. Abb. 5.1),
- Nutzung der Kellergeschosse, bauphysikalische Anforderungen an die Nutzung.

Mit der zunehmenden Umnutzung von Kellerräumen, zum Beispiel zu Wohnzwecken, ergeben sich vor allen Dingen erhöhte Anforderungen an die Dichtigkeit der umgebenden Wand- und Bodenflächen sowie an deren optisches Erscheinungsbild. Während die Lagerung von Vorräten früher oft einen

relativ hohen Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft und damit der Kelleraußenwände wünschenswert machte, erfordert eine intensive Nutzung durch den Menschen oder eine Lagerung feuchtigkeitsempfindlicher Gütern i.d.R. ein trockenes Raumklima mit trockenen Wand- und Bodenflächen.

In Abhängigkeit von den aufgeführten Variablen und ihrer gegenseitigen Beeinflussung können sich auf engstem Raum sehr unterschiedliche Betroffenheiten für Einzelobjekte ergeben. Sie entziehen sich damit einer allgemeingültigen Systematik und werden zusätzlich erschwert durch rein subjektive Bewertungsmaßstäbe der Hausbesitzer. In Abb. 5.1 sind beispielhaft und vereinfacht für eine repräsentative Ganglinie des Untersuchungsraumes und ein Einzelobjekt die wesentlichen Parameter zur

$$N_{\ddot{u}} = \sum_{i=1}^{i=n} \ddot{u}_i [1]$$

Beschreibung der Dauer und Häufigkeit der Betroffenheit erläutert. Dabei ist:

Überschreitungshäufigkeit (absolut):

= Zahl der Intervalle $\ddot{u}_i$, in denen der GW-Spiegel eine definierte und für das Gebäude kritische Bezugshöhe überschreitet.

T_{ges} = Betrachteter Gesamtzeitabschnitt [Jahre, Monate] (in Abb. 5.1: 45 Jahre)

Überschreitungsdauer (absolut):

$$T_{\ddot{u}} = \sum_{i=1}^{i=n} \Delta t_i$$

= Summe der Zeitabschnitte Δt (Jahre, Monate) in T_{ges} , in denen der GW-Spiegel eine definierte und für das Gebäude kritische Bezugshöhe überschreitet.

Relative Überschreitungsdauer:

$$T_{\ddot{u} \text{ rel}} = T_{\ddot{u}} / T_{\text{ges}} [1]$$

Mit Tieferlegung der kritischen Bezugsebene nehmen die Überschreitungshäufigkeit sowie die absolute und relative Überschreitungsdauer zu.

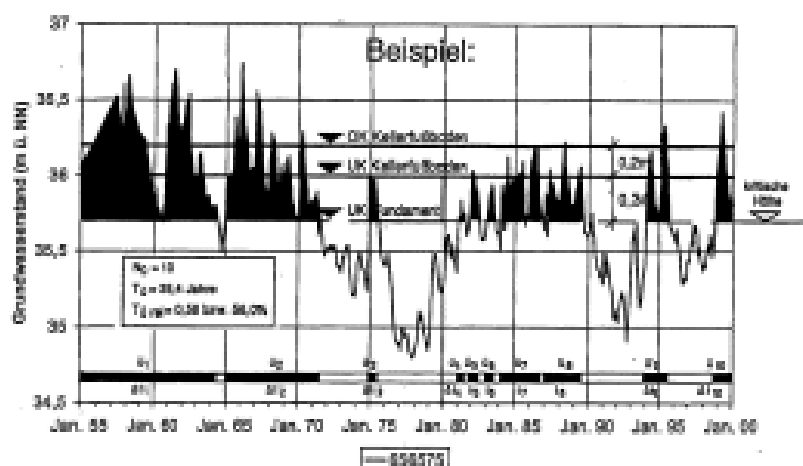
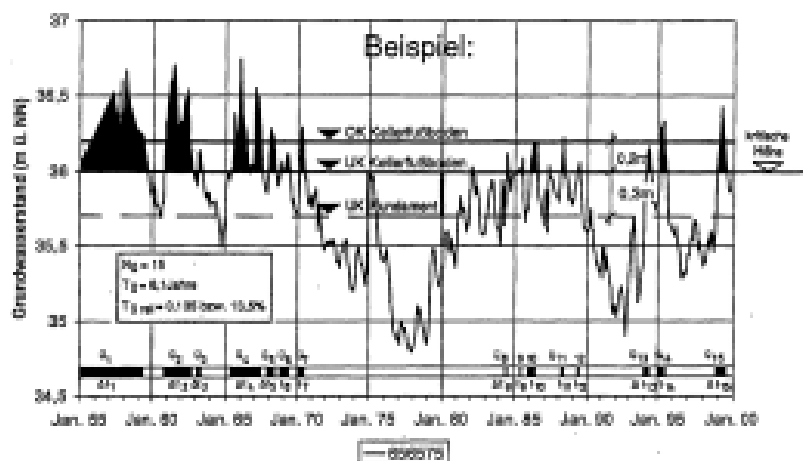
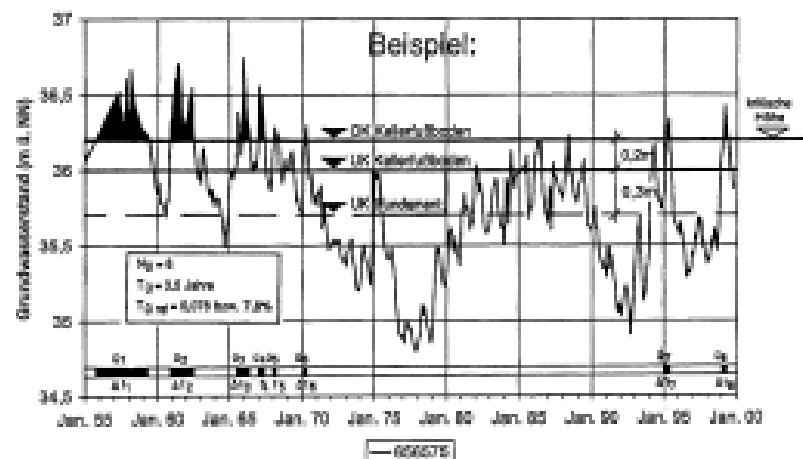


Abb. 5.1:

Überschreitungshäufigkeit und Überschreitungsdauer für unterschiedliche Bezugshöhen (Beispiel)

- a) Bezugshöhe: OK Kellerfußboden
- b) UK Kellerfußboden
- c) UK Fundament

5.3 Bauwerksabdichtungen

5.3.1 Allgemeines

Wirkung und Bestand einer Bauwerksabdichtung und damit indirekt die Betroffenheit bei steigendem Grundwasser hängen nicht nur von ihrer fachgerechten Planung und Ausführung ab, sondern auch von der abdichtungs-technisch zweckmäßigen Planung, Dimensionierung und Ausführung des Bauwerks und seiner Teile, auf die die Dichtung aufgebracht wird. Maßgebend für Bauwerksabdichtungen sind die Normen der Reihe DIN 18 195 (Teile 1 - 10) in der Fassung 1983/84 sowie in der Neufassung von 8/2000. Die Wahl der Abdichtungsart ist insbesondere abhängig von der Angriffsart des Wassers und der Nutzung des Bauwerks bzw. Bauteils. Als Grundsatz nach DIN 18 195-1 (2000) gilt: **Zur Bestimmung der Abdichtungsart ist die Feststellung der Bodenart, der Geländeform und des Bemessungswasserstandes am geplanten Bauwerksstandort unerlässlich.** Das gilt nur dann nicht, wenn grundsätzlich nach der höchsten Wasserbeanspruchung geplant wird. Die Feststellung dieser wesentlichen Sachverhalte gehört in den Verantwortungsbereich des planenden Architekten oder Bauingenieurs (Bauvorlageberechtigten) bzw. - wenn diesbezüglich Unklarheiten bestehen - des von ihnen einzuschaltenden Fachingenieurs.

Da Feuchte im Boden immer vorhanden ist, muss auch mit der Angriffsart Bodenfeuchte immer gerechnet werden. Stark durchlässige Böden sind für in tropfbarflüssiger Form anfallendes Wasser so durchlässig, dass es von der Oberfläche des Geländes bis zum freien Grundwasserstand absickern und sich auch nicht vorübergehend, z.B. bei starken Niederschlägen, aufstauen kann. Voraussetzung hierfür ist ein k -Wert $k > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s. Wenn Baugelände und Verfüllmaterial aus stark durchlässigem Boden bestehen, kann die Abdichtung von Sohle und Außenwänden nach DIN 18 195-4 ausgeführt werden. Abb. 5.2 zeigt den schematischen Aufbau einer solchen Dichtung.

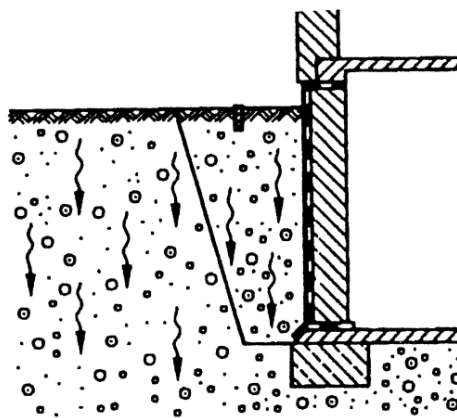


Abb. 5.2: Abdichtung ohne Dränung (Bodenfeuchtigkeit in stark durchlässigen Böden)

Alle vom Boden berührten Außenflächen der Umfassungswände sind gegen Feuchtigkeit zu schützen. Bei Gebäuden mit gemauerten Kellerwänden sind in den Außenwänden mindestens zwei waagerechte Abdichtungen vorzusehen (Abb. 5.3).

Kellerfußböden sind gegen aufsteigende Feuchtigkeit durch eine Abdichtung zu schützen, die an die untere waagerechte Abdichtung der Wände heranreichen muss (Abb. 5.3a). Bei Gebäuden mit geringen Anforderungen an die Nutzung der Kellerräume darf der Schutz des Kellerfußbodens auch durch die Anordnung einer grobkörnigen Schüttung (Abb. 5.3b) vorgenommen werden, nach oben ist die Schüttung mit einer Folie abzudecken, bevor der Beton des Fußbodens aufgebracht wird.

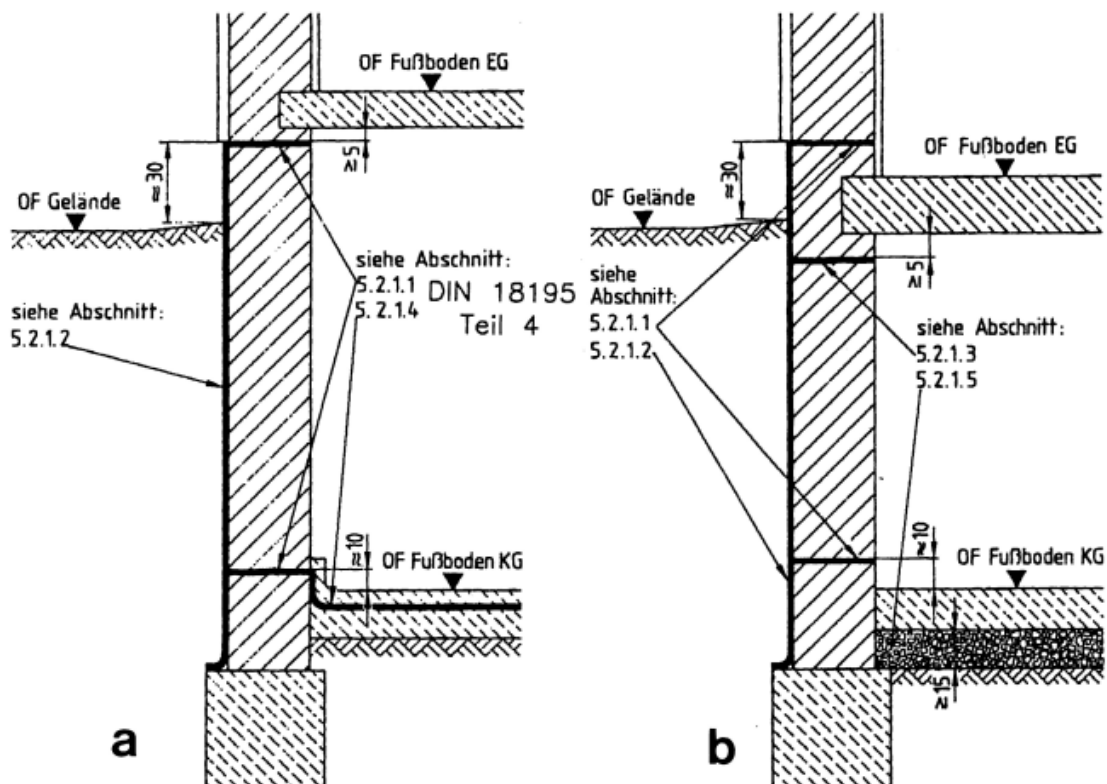


Abb. 5.3: Abdichtung von Außenmauer und Fußboden nach DIN 18 195 - 4

a) hohe Ansprüche

b) geringe Anforderungen an die Nutzung

Bei **Gebäuden auf Fundamentplatten** ist der Kellerfußboden durch eine Abdichtung auf der gesamten Fundamentplatte zu schützen (Abb. 5.4). Bei Gebäuden mit geringen Anforderungen an die Nutzung der Kellerräume darf der Kellerfußboden auch durch eine kapillarbrechende, grobkörnige Schüttung von mindestens 15 cm Stärke gegen das Eindringen von Feuchtigkeit geschützt werden (Abb. 5.5).

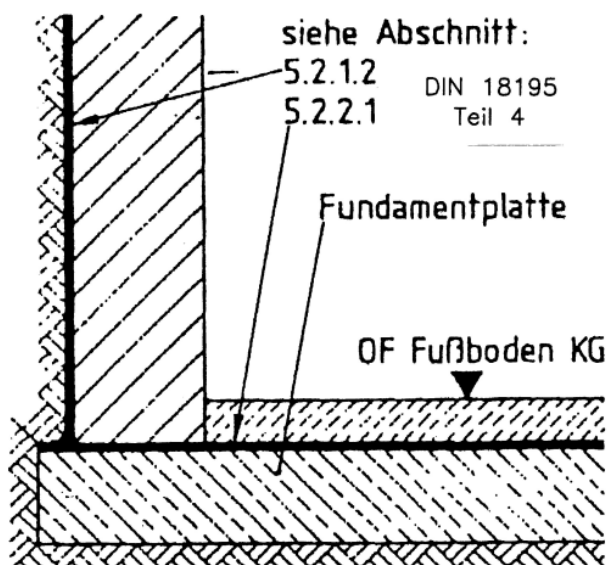


Abb.5.4:

Fundamentplatte mit flächiger Abdichtung

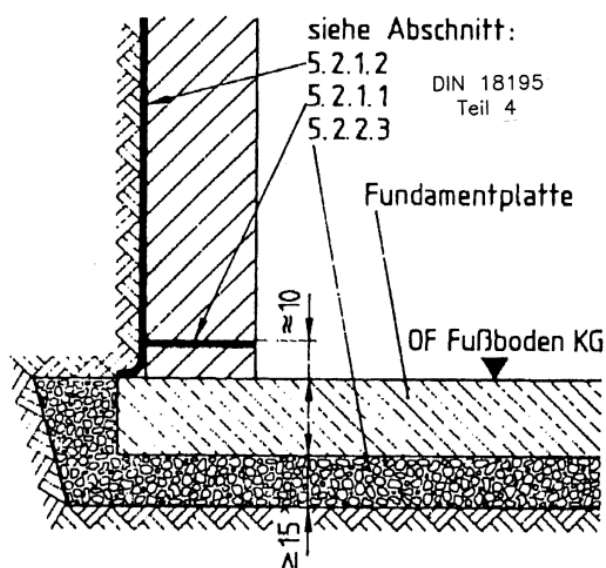


Abb.5.5:

Fundamentplatte auf kapillARBrechender Schicht (geringe Anforderungen an die Raumnutzung)

Bei wenig durchlässigen Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k \leq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s muss damit gerechnet werden, dass in den Arbeitsraum eindringendes Oberflächen- und Schichten- sowie Sickerwasser vor den Bauteilen zeitweise aufstaut und diese als Druckwasser beansprucht. In solchen Fällen sind im Regelfall Abdichtungen nach DIN 18 195-5 oder Bauweisen in WU(wasserundurchlässigem)-

Beton erforderlich (s. Abb. 5.6). Diese gelten auch, wenn bei stark durchlässigen Böden ($k > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) der Grundwasserspiegel permanent oder zeitweise über der Bauwerkssohle liegt.

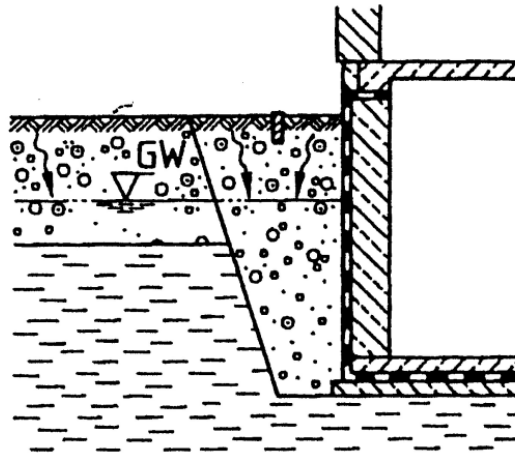


Abb. 5.6: Abdichtung ohne Dränung bzw. Wasserhaltung (mit Grundwasser (GW))

Wird ein Aufstau durch eine Dränung nach DIN 4095, deren Funktionsfähigkeit und Leistungsfähigkeit auf Dauer sicherzustellen ist, verhindert, können Sohle und Außenwände auch in wenig durchlässigen Böden ($k \leq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) nach DIN 18 195-4 (Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nicht stauendes Sickerwasser an Bodenplatte und Wänden) abgedichtet werden (Abb. 5.7).

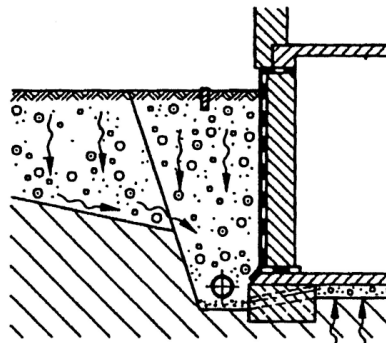


Abb. 5.7: Abdichtung mit Dränung (Stau- und Sickerwasser in schwach durchlässigen Böden)

Bei Einwirkungen von freiem Grundwasser und vergleichbarem Wasserangriff gelten die Festlegungen von DIN 18 195-6 (Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser).

Wasserdruckhaltende Dichtungen bzw. Bauweisen werden nachfolgend ausführlicher beschrieben.

5.3.2 Wasserdruckhaltende Dichtungen

5.3.2.1 Vorbemerkungen

In der Abdichtungstechnik wird zwischen zwei Grundtypen der Abdichtung unterschieden:

- Hautabdichtungen,
- starre Abdichtungen.

Für die **Hautabdichtung** aus bituminösen Stoffen oder hochpolymeren Kunststoffen hat sich auch der Begriff "**Schwarze Wanne**" eingebürgert. In Abhängigkeit von der Beanspruchung (Bodenfeuchte, nicht drückendes Wasser, drückendes Wasser) finden die Bauwerksabdichtungen nach DIN 18 195 Teile, 1 - 10 (1983): Bauwerksabdichtungen, Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten bzw. in der Neufassung von 8/2000 sowie DIN 4095 (1990) Baugrund; Dränung des Untergrundes zum Schutz vor baulichen Anlagen; Planung und Ausführung Anwendung.

Zu den **starren Dichtungen** zählt auch die Bauweise aus wasserundurchlässigem Beton, sie wird auch als "**Weißer Wanne**" bezeichnet.

Abb. 5.8 zeigt die Gegenüberstellung beider Bauweisen.

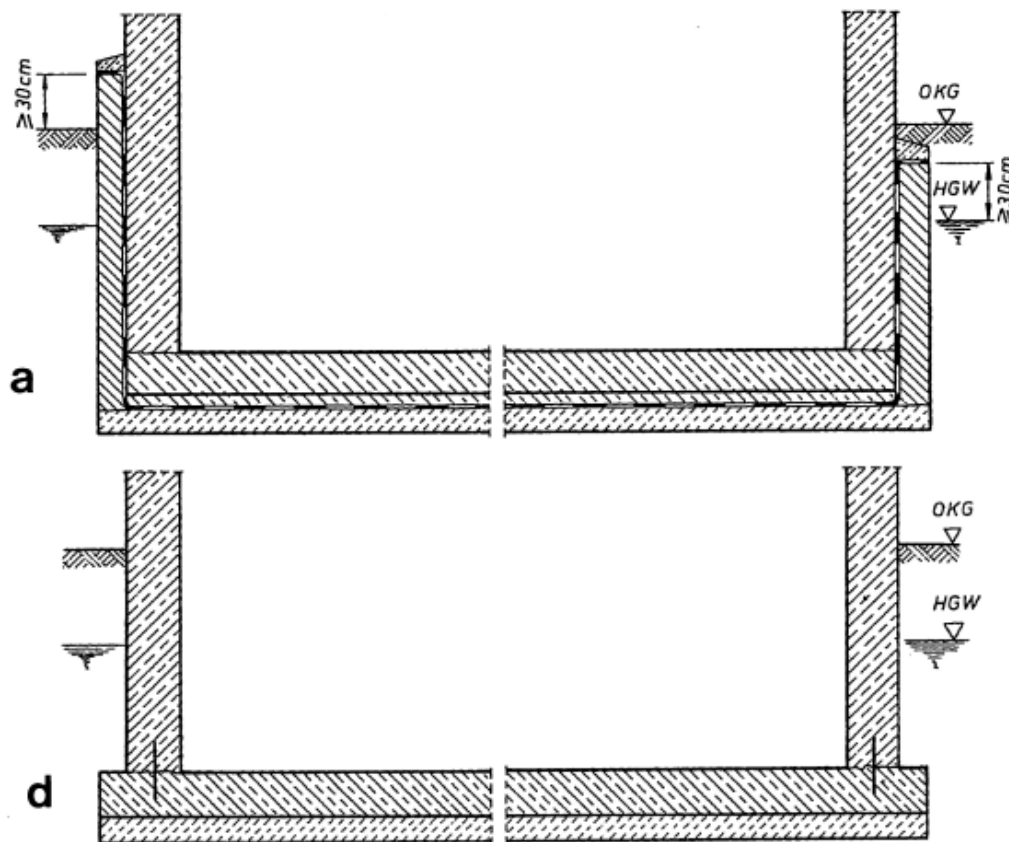


Abb. 5.8: Gegenüberstellung "Schwarze Wanne" und "Weiße Wanne" /L9/
a) schwarz b) weiß

5.3.2.2 Schwarze Wanne

Für hautförmige Abdichtungen verwendete man früher ausschließlich bituminöse Stoffe oder Teer. Daher hat sich für diese Abdichtungen der Begriff „schwarze Wanne“ eingebürgert. Hautabdichtungen moderner Art werden auch aus Kunststoff-Dichtungsbahnen hergestellt, die hell sein können.

Die von außen auf die Konstruktion bzw. im Sohlbereich auf einen Unterbeton aufgebrachte bituminöse Abdichtung (s. Beispiel Abb. 5.9) ist bei Ausführung nach DIN 18 195 technisch dicht, d.h. es findet von außen nach innen kein Feuchtetransport statt, der Keller kann nahezu "staubtrocken" gehalten werden. Die Nutzung ist in keiner Weise eingeschränkt. Trotz dieses eindeutigen Vorteils wird jedoch häufig - nicht zuletzt wegen der niedrigeren Kosten - der „weißen Wanne“ der Vorzug gegeben. Dies dürfte auch in Korschebroich der Fall sein.

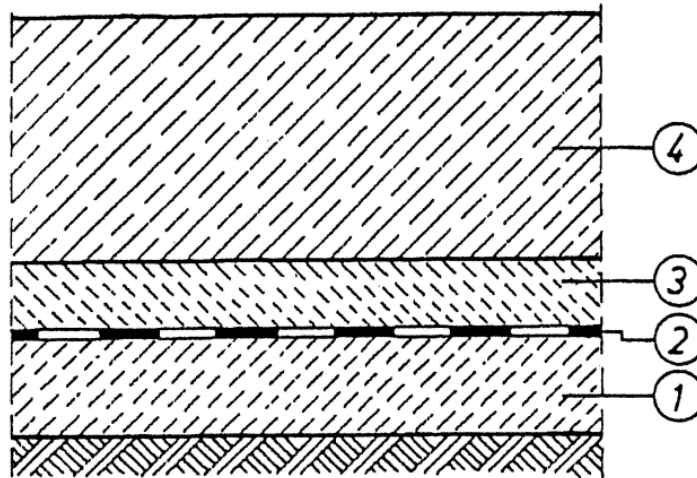


Abb. 5.9: Schnitt durch die Sohle mit bituminöser Abdichtung

- 1 Untergrund aus Beton B 10, d = 5 bis 10 cm
- 2 2 x Bitumenbahn R 500 N und 1 PIB-Bahn 2,0 mm
- 3 Schutzbeton d = 5 cm
- 4 Stahlbetonsohle

5.3.2.3 Weiße Wanne

Für Bauwerke, die gegen drückendes Wasser abgedichtet werden müssen, kann wasserdichter Beton verwendet werden. Die Betonbauteile übernehmen außer der tragenden Funktion auch die abdichtende Aufgabe. Zusätzliche Abdichtungen entfallen i.d.R.

Bei sorgfältiger Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton und Stahlbeton und bei günstigen Herstellungsbedingungen werden keine Fehlstellen entstehen, die die Dichtigkeit des Baukörpers beeinträchtigen. In der Praxis kommen aber gelegentlich Fehler vor, die zu Fehlstellen führen können. Diese können jedoch i.d.R. sicher abgedichtet werden. Die nachträglichen Abdichtungsmöglichkeiten sind Bestandteil des Bauens mit wasserundurchlässigem Beton /L9, L14/ (s.a. Abschn. 6.2.1.2).

Zusätzliche Maßnahmen und Anwendungsgrenzen des Bauens mit wasserundurchlässigem Beton können sich aus der Kapillarporosität des Betons ergeben. Auch einwandfreier Beton ist wegen der in ihm enthaltenen Kapillarporen nicht völlig dicht gegen den Durchgang von "Feuchtigkeit". Der Wassertransport geht sehr langsam vonstatten und die Wassereindringtiefe verläuft zeitlich nach einem $\sqrt{t}$ -Gesetz, in

der Zeit also nicht linear. Die durchtretende Wassermenge ist i.d.R. wesentlich geringer, als bei normaler Nutzung an der wasserabgekehrten Bauteil-Oberfläche verdunsten kann.

Die Wassermenge Q_T des sich einstellenden Wassertransportes kann z.B. nach /L7/ rechnerisch abgeschätzt werden.

Die Bauteil-Innenseite eines wasserundurchlässigen Baukörpers bleibt trotz des Wassertransports trocken, wenn das Wasser durch Verdunsten an die Luft abgegeben werden kann. Die beim Verdunsten von der Luft aufnehmbare Wassermenge Q_V kann rechnerisch ermittelt werden. Sie hängt i.w. von folgenden Rechengrößen ab:

- Luftwechselzahl n je Stunde, z.B. $n = 0,2$ bei nicht belüfteten Kellern mit üblichen Kellerfenstern, $n = 0,5$ bei Wohnräumen,
- max. Wasserdampfgehalt der Luft im Sättigungszustand [g/m^3],
- relative Luftfeuchte [%],
- Volumen des Raumes bezogen auf die wirksame Gebäude-Außenfläche [m^3/m^2].

Der Nachweis der einwandfreien Funktionsfähigkeit ist erbracht, wenn die verdunstungsfähige Wassermenge Q_V den 1,5-fachen Wert der transportierbaren Wassermenge Q_T ausmacht. Es besteht damit mindestens 1,5-fache Sicherheit gegen sichtbar werdende Feuchte auf der Keller-Innenseite.

Räume innerhalb wasserundurchlässiger Bauwerke im Bereich des Grundwassers bedürfen daher einer Lüftung. Hierfür kann eine niedrige Luftwechselzahl ausreichend sein, wie sie sich durch nutzungsgemäßes Öffnen und Schließen von Türen und Fenstern ergibt, es können bei besonderen Ansprüchen aber auch geeignete bautechnische und betriebstechnische Maßnahmen erforderlich werden.

Die im Erdreich und im Grundwasser stehenden Außenbauteile sind recht kühl; sie haben eine niedrige Temperatur. Bei Bauteilen, deren Oberflächentemperatur auf der Innenseite unter der Tau-Temperatur der Raumluft liegt, wird zwangsläufig eine Tauwasserbildung eintreten. An den raumseitigen Oberflächen der erdberührten Außenbauteile kann im Sommer z.B. eine Tauwasserbildung dann eintreten, wenn sich Luft mit hohem Feuchtegehalt an den Wand- und Bodenflächen abkühlt. Die Tauwasserbildung lässt sich durch Lüftung nicht vermeiden; die Auswirkungen können nur durch bautechnische Maßnahmen (z.B. Kalkputz, hinterlüftete Bekleidungen) verhindert werden.

Zusammenfassend lässt sich folgern, dass eine "Weiße Wanne" aus wasserundurchlässigem Beton (WU) entgegen einer weit verbreiteten Meinung nicht absolut wasserdicht ist. Ungerissener Beton besitzt

zwar einen extrem kleinen Durchlässigkeitsbeiwert ($k < 10^{-16}$ m/s), ist jedoch i.d.R. völlig rißfrei nicht herstellbar. Bei Bauteilen aus WU-Beton findet ein Feuchtetransport durch Dampfdiffusion statt. Dies ist bei der Nutzung der Räume zu berücksichtigen. Das diffundierende Wasser wie auch Tauwasserbildungen müssen schadensfrei verdunsten können. Wird dies z.B. durch nicht aufgeständerte Böden, nicht hinterlüftete Bekleidungen, durch luftdichte Beläge verhindert, kann es zu optisch sichtbaren Feuchteschäden und in der Folge auch zu Schimmelpilzbefall kommen.

5.3.3 Betroffenheitsszenarien bei steigendem Grundwasser

In Abhängigkeit von den jeweiligen Randbedingungen:

- fehlende Bauwerksabdichtung,
- Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit,
- Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser,
- Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser

können sich bei steigendem Grundwasser und in Abhängigkeit von der Dauer und Häufigkeit solcher Ereignisse sehr unterschiedliche Betroffenheiten ergeben, die nachfolgend kurz erläutert werden.

5.3.3.1 Fehlende Bauwerksabdichtung

Bei fehlender Bauwerksabdichtung kann bereits durch natürliche Bodenfeuchtigkeit und auch bei einem freien Grundwasserspiegel unter dem Gründungsniveau durch kapillaren Aufstieg eine Durchfeuchtung des Kellerbodens und der Außenwände eintreten. Nach /L8/ können in Mittelsanden und Feinsanden kapillare Steighöhen von 0,5 bzw. 1,0 m erwartet werden, in Kiesen hingegen ist ein kapillarer Aufstieg nicht möglich bzw. zu vernachlässigen. Mit weiterem GW-Anstieg erhöht sich die Betroffenheit bis hin zu einem Einstau im Sohl- und Fundamentbereich. Verstärkt wird dieser Effekt durch nicht ausreichend verdichteten, porösen Fundamentbeton. Die Aufnehmbarkeit der Beanspruchungen durch die Konstruktion ist statisch nachzuweisen. Bei fehlender Bauwerksabdichtung selbst gegen natürliche Bodenfeuchtigkeit sind Feuchteschäden immer möglich. Es handelt sich dabei um einen eklatanten Baumangel, der absolut nichts mit der vorliegenden Grundwasserproblematik im Stadtgebiet Korschenbroich selbst zu tun hat. Der Grad der Betroffenheit nimmt mit steigendem Grundwasserspiegel und damit mit der absoluten Häufigkeit und Dauer der Betroffenheit zu (s.a. Abschn. 5.2). In Abhängigkeit von der Überstau-

höhe kommt es bei einem Abpumpen des Wassers zu einer statischen Beanspruchung der Bodenplatte (s.a. Abb. 5.1, Abschn. 5.2) und der Außenmauern.

5.3.3.2 Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit (DIN 18195-4)

Bei dieser Abdichtungsart ist ein wirksamer Schutz gegen kapillar aufsteigendes Wasser gegeben, d.h. der Wasserspiegel kann praktisch bis auf Höhe UK Konstruktion (Kellerboden) ansteigen ohne Schäden oder Nutzungseinschränkungen zu verursachen. Erst bei weiterem Grundwasseranstieg sind die gleichen Probleme wie bei fehlender Bauwerksabdichtung (Abschn. 5.3.3.2) zu erwarten, lediglich die pro Zeiteinheit eindringende Wassermenge Q ist reduziert (s. Abb. 5.2b).

5.3.3.3 Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser (DIN 18 195-5)

Abdichtungen dieser Art unterscheiden sich von denen nach Abschn. 5.3.3.2 dadurch, dass sie auch Wasser in tropfbar-flüssiger Form ohne oder nur mit vorübergehendem geringfügigem hydrostatischem Druck aushalten. Unkritische Verhältnisse können etwa bis zu einem Einstau bis OK Kellerfußboden bei Einbau einer flächigen Dichtung nach Abb. 5.3 vermieden werden. Die Abdichtung ist nicht geeignet bei größeren Einstauhöhen. Es gelten dann im Prinzip die gleichen Einschränkungen wie bei fehlender Dichtung oder einer Dichtung nur gegen Bodenfeuchtigkeit. Dichtungen dieser Art sind i.d.R. mit Ringdränagen nach DIN 4095 kombiniert (s. Abb. 5.7).

5.3.3.4 Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser (DIN 18 195-6)

Unter der Voraussetzung, dass die Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser bemessen und nach dem Stand der Technik ausgeführt worden ist, dürften keine Probleme zu erwarten sein. Weitere Voraussetzungen hierfür sind aber ein in der Konstruktion berücksichtigter ausreichender Bemessungswasserstand und dass durch Bewegungen der Konstruktion (Schrumpfen, Temperaturänderungen, Setzungen) und nachträglich hergestellte Öffnungen die Schutzwirkung nicht verloren gegangen ist. Ob eine wasserdruckhaltende Dichtung alle technischen Anforderungen erfüllt, kann erst beurteilt werden, wenn der Lastfall „Einstau“ eintritt. Bezogen auf Korschenbroich bedeutet dies, dass eine Prüfung der Systemdichtigkeit bei ansteigendem Grundwasser im Einzelfall häufig erst viele Jahre nach Bauwerksherstellung möglich ist, d.h. später als übliche Gewährleistungszeiträume. Bei gegenüber dem Außenwasserstand nicht ausreichender Höhe der vertikalen Wandabdichtung kann es bei einem Überstau dennoch zu Wasserdurchtritten kommen.

5.4 Intensität (Grad, Dauer und Häufigkeit) der Betroffenheit

5.4.1 Bemessungsgrundlagen

Die Intensität der Betroffenheit ergibt sich aus der Auswertung von ortsabhängigen Grundwasserständen in Bezug zur Höhenlage des Gründungsniveaus von Gebäuden unter Berücksichtigung bauwerkspezifischer Abdichtungen und der Dauer und Häufigkeit solcher kritischen Grundwasserstände.

Höchste zu erwartende Grundwasserstände (worst-case-Fall)

Bemessungsgrundlage für die Grundwasseroberfläche ist zunächst der vom Erftverband und dem StUA Krefeld erarbeitete Grundwassergleichenplan mit den höchsten zu erwartenden Grundwasserständen (worst-case-Betrachtung). Dieser Plan (s. Anl. 3.3) wurde als Synthese aus den höchsten jemals gemessenen Grundwasserständen (Zeitraum ohne Bergbaueinflüsse) und modelltechnischer Herausrechnung *aller* Grundwasserentnahmen entwickelt. Ein zusätzlicher Sicherheitszuschlag wurde nicht mehr vorgenommen. Der Plan ist insofern auch als Planungsgrundlage für zukünftige Bebauungen (Bauleitplanung) anzusehen und streng zu beachten.

Die Wahrscheinlichkeiten, Häufigkeiten und zeitliche Aspekte des Eintretens dieser maximalen Grundwasserstände sind räumlich und zeitlich differenziert wie folgt zu betrachten:

- im Norden des Stadtgebietes ohne Beeinflussung durch die Sümpfung von Rheinbraun liegen in den Niederungen von Trietbach, Nordkanal und Niers schon jetzt geringe Flurabstände vor. Dort sind die Grundwasserstände i.w. meteorologisch beeinflusst. Grundwasserganglinien über einen Zeitraum von z.T. über 40 Jahren zeigen v.a. in den nassen 60er, mit geringerer Höhe auch in den 80er und 90er Jahren mehrfach das Auftreten hoher Grundwasserstände (s. Anh. 1.3 unten) (in den 60er Jahren auch höchste Grundwasserstände gemäß Anl. 3.3). Für den Nordbereich ist damit schon jetzt von einer Eintrittshäufigkeit hoher Grundwasserstände von einigen Jahren auszugehen. Noch etwas ungünstiger ist die Situation nach Außerbetriebnahme der Wassergewinnungsanlagen Lodshof und Waldhütte einzuschätzen. Der Anlagenbetreiber, die NVV, beabsichtigt deren Abschaltung im Juni 2001. Der Wiederanstieg der Grundwasseroberfläche dort wird über mehrere Jahre, v.a. auch in Abhängigkeit vom Witterungsgeschehen, voraussichtlich bis in etwa das Niveau der 50er und 60er Jahre erfolgen. Danach ist von einer noch höheren Häufigkeit hoher Grundwasserstände auszugehen, auch das Auftreten der höchsten zu erwartenden Grundwasserstände gemäß Anl. 3.3 ist dann möglich.
- Das nordöstlich von Korschenbroich auf Kaarster Gebiet gelegene WW Driesch hat aufgrund der großen Entfernungen der Brunnen keinen Einfluss auf die Grundwasserhöhen im Stadtgebiet Korschenbroich, entlastet jedoch (in geringem Umfang) die im Nahbereich vorhandenen Ortsteile

Holzbüttgen, Driesch und Vorst der Stadt Kaarst. Der Absenkungstrichter wirkt sich nach Auswertungen des Büros Wetzel + Partner (Gutachter für die Kreiswerke Grevenbroich GmbH) lediglich in Driesch sowie an den Ortsrändern von Holzbüttgen und Vorst mit Absenkungsbeträgen von einigen Dezimetern aus (Protokoll Grundwasser-Hearing der Stadt Kaarst vom 30.1.2001). Solange das WW Driesch wie im bisherigen Umfang weiter betrieben wird, sind die worst-case-Grundwasserstände in o.g. Kaarster Ortsteilen nicht zu erwarten bzw. sehr unwahrscheinlich.

- Die Grundwasseroberfläche im südlichen und mittleren Stadtgebiet wird dztg. nach Süden zunehmend von der Sumpfung durch Rheinbraun mit einem maximalen Absenkungsbetrag von ca. 10 m beeinflusst. In diesem Bereich ist eine Abnahme des Sumpfungseinflusses etwa ab 2005 zu erwarten. Der Wiederanstieg der ursprünglichen Grundwasserstände wird über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten erfolgen, er wird vom mittleren zum südlichen Stadtgebiet zunehmend länger. Im mittleren Stadtgebiet (Kleinenbroich, Pesch) sind aufgrund der relativ geringen Absenkung durch den Bergbau witterungsabhängig schon jetzt gebäudeschädliche Grundwasserhöhen möglich, wenn auch in geringerem Umfang als im nördlichen Stadtgebiet und auch mit geringerer Häufigkeit. In den südlichen Ortsteilen Glehn, Steinhausen, Rubbelrath und Steinforth ist aufgrund der dort größeren dztg. sumpfungsbedingten Grundwasserabsenkung erst in einigen Jahren nach 2005, im äußersten Süden auch erst in deutlich über 10 Jahren nach 2005 mit dem Auftreten gebäudeschädlicher Grundwasserstände zu rechnen.

Eintrittshäufigkeiten bestimmter Grundwasserstände

In einem weiteren Schritt wurden - bei Vorhandensein des Gebäudekatasters (s.u.) - anhand von repräsentativen Grundwasserganglinien die Häufigkeiten des Auftretens gebäudeschädlicher Grundwasserstände ortsspezifisch bestimmt (s. Abschn. 5.4.2). In Abstimmung mit dem Erftverband wurde hierfür die Ganglinie der Grundwassermessstelle 907391 – mit herausgerechnetem Einfluß aller Grundwasserentnahmen (Erftverband) - für alle Ortsteile verwendet sowie schwerpunktmäßig der Zeitabschnitt von Mitte der 50er bis Ende der 60er Jahre betrachtet. Diese Festlegung erfolgt aufgrund der Tatsache, dass bei insgesamt rückgängigem Wasserbedarf eine Abnahme der wasserwirtschaftlichen Nutzung möglich ist (z.B. Außerbetriebnahme WW Lodshof/Waldhütte!), ein Bilanzausgleich der bisher nachwirkenden extrem trockenen 70er Jahre zu erwarten ist und damit nach Abklingen des Sumpfungseinflusses das Wiedererreichen der Grundwasserstände der 50er und 60er Jahre. Für die zukünftig - mit unterschiedlichen Zeithorizonten - wieder überall im Projektgebiet vorliegende sumpfungsunbeeinflusste Grundwassersituation sind ausgehend vom höchsten zu erwartenden Grundwasserstand folgende Charakterisierungen bezüglich bestimmter Grundwasserstände bzw. Einstauhöhen über UK Bodenplatte bzw. Kellerfußboden möglich:

- Grundwasserstände von 0 bis 0,2 m unter höchstem Grundwasserstand (entsprechend einer Einstauhöhe der UK Bodenplatte von 0 bis 0,2 m bei höchstem Grundwasserstand) sind seltene Ereignisse von kurzer Dauer und wurden in dem bisher 45-jährigen Beobachtungszeitraum erst einmal festgestellt (Abb. 5.10). Bezüglich der Situation in den 50er und 60er Jahren kann jedoch von einem Auftreten von ein mal in ca. 5 bis 10 Jahren ausgegangen werden.
- Grundwasserstände von 0,2 bis 0,5 m unter höchstem Grundwasserstand sind in den 50er und 60er Jahren mit Häufigkeiten von ein mal in 2 bis 3 Jahren aufgetreten. Die Dauer dieser hohen Grundwasserstände erstreckte sich über einen Zeitraum von einigen Wochen bis max. einem halben Jahr. Seit 1970 wurden derart hohe Grundwasserstände nur ein mal gemessen, für Betroffenheitsbetrachtungen muss jedoch von o.g. Werten ausgegangen werden.
- Grundwasserstände zwischen 0,8 und 1 m unter höchstem Grundwasserstand stellen in etwa die mittleren Grundwasserstände der 50er und 60er Jahre dar, die fast jährlich und über mehrere Monate Dauer erreicht wurden. In den letzten 30 Jahren stellte dieses Intervall jedoch den Bereich der höchsten gemessenen Grundwasserstände dar.
- Mit weiterem Abstand der Grundwasserstände vom höchsten Grundwasserstand nimmt die Häufigkeit und Dauer des Auftretens zu. Werte < 2 Meter wurden bisher nur in den 70er Jahren mit einer Reihe extrem trockener Jahre festgestellt.

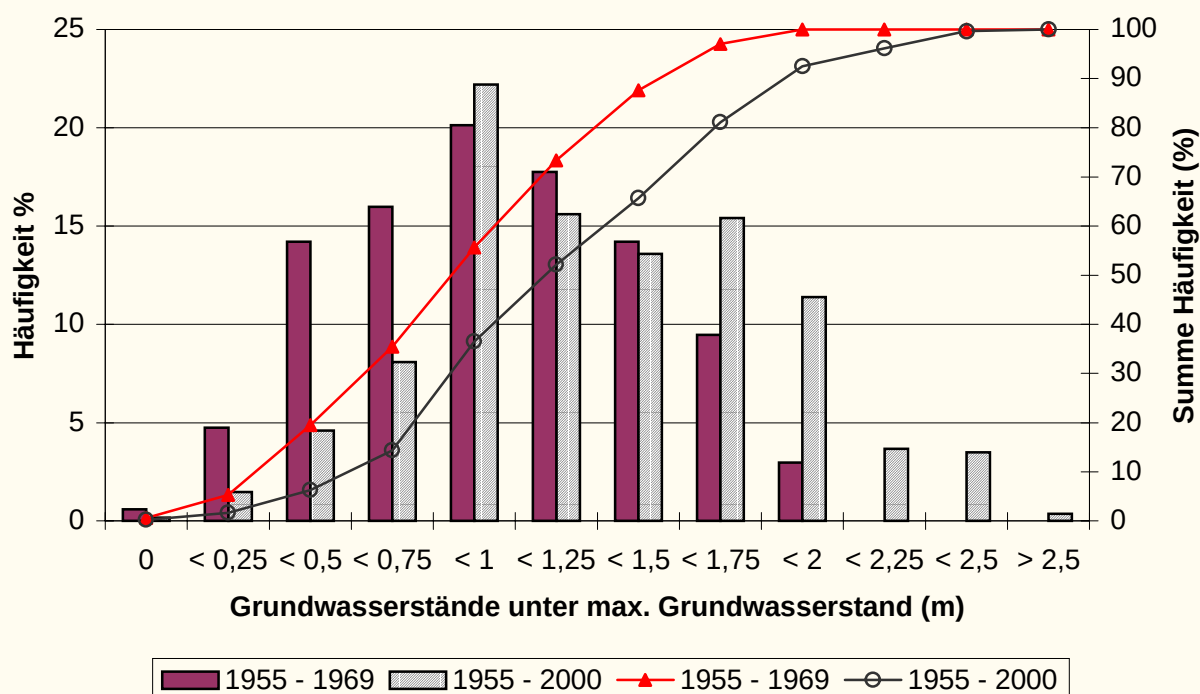


Abb. 5.10:

Grundwasserganglinie der Messstelle 907391 und Häufigkeiten bestimmter Grundwasserstände (ab 1970 simulierte Werte mit Herausrechnung des Einflusses von Grundwasserentnahmen (Wiener-Filter; Erftverband))

Gebäudedaten

Zur Zeit werden von der Stadt Korschenbroich in Zusammenarbeit mit dem Katasteramt des Kreises Neuss detaillierte Gebäudedaten in den Ortsteilen mit geringen Flurabständen erhoben (Koordinaten, Unterkellerung, Niveau Kellerboden (m ü. NN), Gebäudeabdichtungen, Nutzungsweise eines Kellers), die Grundlage für eine genauere Feststellung des Umfangs und der Intensität der grundwasserbedingten Betroffenheit von Gebäuden sind. Diese Daten lagen bis zum Redaktionsschluss, dem 18.05.2001, für die Ortschaften Raderbroich, Herrenshoff, Pesch, Steinhausen, Neersbroich, Drölsholz, dem Südoststrand von Korschenbroich (Trietaue), Schlich, Düppheide und kleineren Teilen von Kleinenbroich vor. Insgesamt wurden bisher 3.500 von insgesamt ca. 11.000 Einzelobjekten erfasst. Ein Teil der Gesamtheit - geschätzt ca. 4.000 Objekte - muss jedoch aufgrund günstiger Flurabstände nicht aufgenommen werden, so dass sich die Gesamtzahl der Gebäude mit einer möglichen Betroffenheit in einer ersten groben Schätzung, die selbstverständlich noch durch städtische Daten zu belegen ist, auf ca. 7.000 reduziert. Die übrigen Erhebungen (Kleinenbroich, Glehn und Steinforth/Rubbelrath) werden voraussichtlich im Sommer 2001 vorliegen und anschließend einer gesonderten Auswertung unterzogen. Die Daten wurden vom Erftverband mit den höchsten zu erwartenden Grundwasserständen (Anl. 3.3) verschnitten. Daraus ergibt sich die worst-case-Betroffenheit nicht abgedichteter unterkellelter Gebäude in Form der maximal möglichen Einstauhöhe (Grundwasseroberfläche über Unterkante Bodenplatte. Letztere wurde pauschal mit 0,3 m unter OK Kellerboden angesetzt. I.d.R. beträgt die Stärke einer Bodenplatte einschließlich Unterbeton ca. 0,30 m, die eines Kellerfußbodens ca. 0,20 m, so dass für letzteren Wert noch ein kleiner Sicherheitszuschlag enthalten ist. Ungünstigere Gebäudehöhen auch unter Berücksichtigung eines in feinkörnigen Böden möglichen kapillaren Aufstiegs (vgl. Abschn. 5.3.3.1) werden hier nicht betrachtet, d.h. es wird mindestens eine Abdichtung gegen natürliche Bodenfeuchtigkeit vorausgesetzt. Wo jedoch auch diese fehlt, kann es naturgemäß bereits bei tieferen Wasserständen zu Betroffenheiten kommen. Dies rechtfertigt jedoch nicht die in der Öffentlichkeit diskutierte Forderung, als kritisches Maß z.B. 30 cm unter dem tiefsten Gebäudeteil, z.B. Fundament, anzusetzen.

Der Umfang der von Grundwasseranstiegen betroffenen Gebäude bzw. bebauten Flächen in den bisher noch nicht aufgenommenen Ortsteilen lässt sich im Rahmen dieser Untersuchung behelfsmäßig wie folgt ermitteln: Die Unterkante Kellerfußboden wird pauschal mit 2,5 m unter GOK angenommen. Basierend auf den Höhen von Kanalschachtdeckeln werden daraus in bebauten Gebieten Flächen mit absoluten Höhen berechnet und mit den höchsten Grundwasserständen verschnitten (Anl. 6.1). Dieses Verfahren bildet auch die Beurteilungsgrundlage für das Kaarster Stadtgebiet, da in Kaarst bisher keine Gebäudedaten analog zu Korschenbroich erhoben worden sind. Dieses Vorgehen ist mit Unsicherheiten behaftet und gibt eine größere als die tatsächliche Betroffenheit wieder, da pauschal von einer Unterkellerung aller Gebäude und zwar ohne Abdichtungen ausgegangen wird. Bei der Mehrzahl

der älteren Häusern aus den Jahrzehnten / Jahrhunderten vor 1970 dürften jedoch die hohen Grundwasserstände baulich bereits berücksichtigt sein, meist durch den Verzicht auf einen Keller. Weiterhin dürften in Niederungen errichtete Häuser bei durchweg geringen Flurabständen der Grundwassersituation angepasst sein. In Gewerbegebieten sind nicht bzw. nur in untergeordnetem Umfang unterkellerte Gebäude zu erwarten, diese Gebiete werden deshalb zunächst als nicht grundwassergefährdet eingestuft.

5.4.2 Ortsdifferenzierte Betroffenheit von Gebäuden

Nachfolgend wird für die Ortsteile mit bereits vorliegender Gebäudebestandsaufnahme die Betroffenheit bei den höchsten zu erwartenden Grundwasserständen quantifiziert und tabellarisch, in Häufigkeitsverteilungen sowie kartografisch (s. Anl. 6.2) dargestellt. Als kritische Gebäudehöhe wird der eingemessene Kellerfußboden abzüglich - damit auf der sicheren Seite liegend - 0,3 m angesetzt. Nicht betroffen sind die Gebäude mit Lage dieser kritischen Gebäudehöhe oberhalb des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes sowie die mit vorhandener Abdichtung gegen drückendes Wasser (weiße oder schwarze Wanne). In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die Bewertung als schwarze Wanne nicht gesichert ist. Wahrscheinlich sind nach Aussagen der Stadt Korschenbroich auch Gebäude mit nur schwarzem Anstrich hierunter erfasst worden, obwohl im Fragebogen ausdrücklich nach dem Vorhandensein „wasserdruckhaltender Dichtungen von außen“ gefragt wurde. Würden in der Statistik (Tab. 5.1) die „schwarzen Wannen“ herausgerechnet, würden sich die %-Zahlen der vom Grundwasser schädlich betroffenen Gebäude orstdifferenziert (s. Tab. 5.1) zwischen 0 und 22,2 %, i.M. 14,3 %, erhöhen. Zur Aufklärung dieses Sachverhaltes wird noch eine Nacherhebung erforderlich. Von einem Teil der Gebäude (bisher zwischen 16,6 (Pesch) und 50 % (Schlich); im Mittel 32 %) konnten keine Daten erfasst werden, da seitens der Eigentümer dies nicht erwünscht war oder die Bewohner in zwei Terminen nicht erreicht werden konnten. Solche Gebäude werden bei nicht vorhandenem Keller als nicht betroffen eingestuft. Bei vorhandenem Keller werden sie in erster Annäherung entsprechend der Häufigkeitsverteilung der erfassten Gebäudehöhen bewertet und auf diese Stichprobe anteilig verteilt.

Von den bisher insgesamt 2.309 erfassten Gebäuden liegen rund 31 % über der Grundwasseroberfläche oder haben keinen Keller (s. Tab. 5.1). Bei rund 69 % der Gebäude liegt der höchste zu erwartende Grundwasserstand über der kritischen Gebäudehöhe. Von diesen Gebäuden verfügen rund 11 bzw. 14 % über druckwasserhaltende Abdichtungen (weiße bzw. schwarze Wanne), sodass insgesamt 44 % der erfassten Gebäude bei höchstem Grundwasserstand *schädlich* betroffen sind. Bei Herausrechnung der „schwarzen Wanne“ erhöht sich der Wert auf 58 %. Der Anteil der von den höchsten zu erwartenden Grundwasserständen schädlich tangierten Gebäude schwankt in den bisher aufgenommenen Ortsteilen stark zwischen 19 % (Neersbroich) und 69 % (nördlichster Teil von Kleinenbroich mit Düppheide).



Die Anzahl der schädlich betroffenen Gebäude – hochgerechnet auf die bisher vorliegende gesamte Stichprobe von 3.522 Gebäuden – beträgt 1.532. Geht man von einer Gesamtzahl von Gebäuden mit einer möglichen Betroffenheit aus (s.o. Gebäudedaten) wird sich die Zahl der schädlich betroffenen Gebäude auf ca. 3.000 Objekte im gesamten Stadtgebiet erhöhen. Rechnet man die Gebäude mit „schwarzer Wanne“ als ebenfalls betroffen hinzu, erhöht sich die Gesamtzahl auf ca. 3.500 Objekte. Bevor nicht weiteres durch konkrete Erhebungen belegbares Datenmaterial vorliegt, sollte und muß für die weiteren Überlegungen von diesen ca. 3.500 betroffenen Gebäuden mit unterschiedlichem Grad und unterschiedlicher Intensität der Betroffenheit ausgegangen werden. Sie liefern gleichzeitig die entscheidende Maßzahl für die Quantifizierung und Einordnung (Dimension) des in Korschbroich tatsächlich vorliegenden Problems.

Tab. 5.1: Ergebnisse der Gebäudebestandsaufnahme in den bis Mitte Mai 2001 untersuchten Orten bezüglich der höchsten Grundwasserstände (nach Auswertungen der Stadt Korschenbroich)

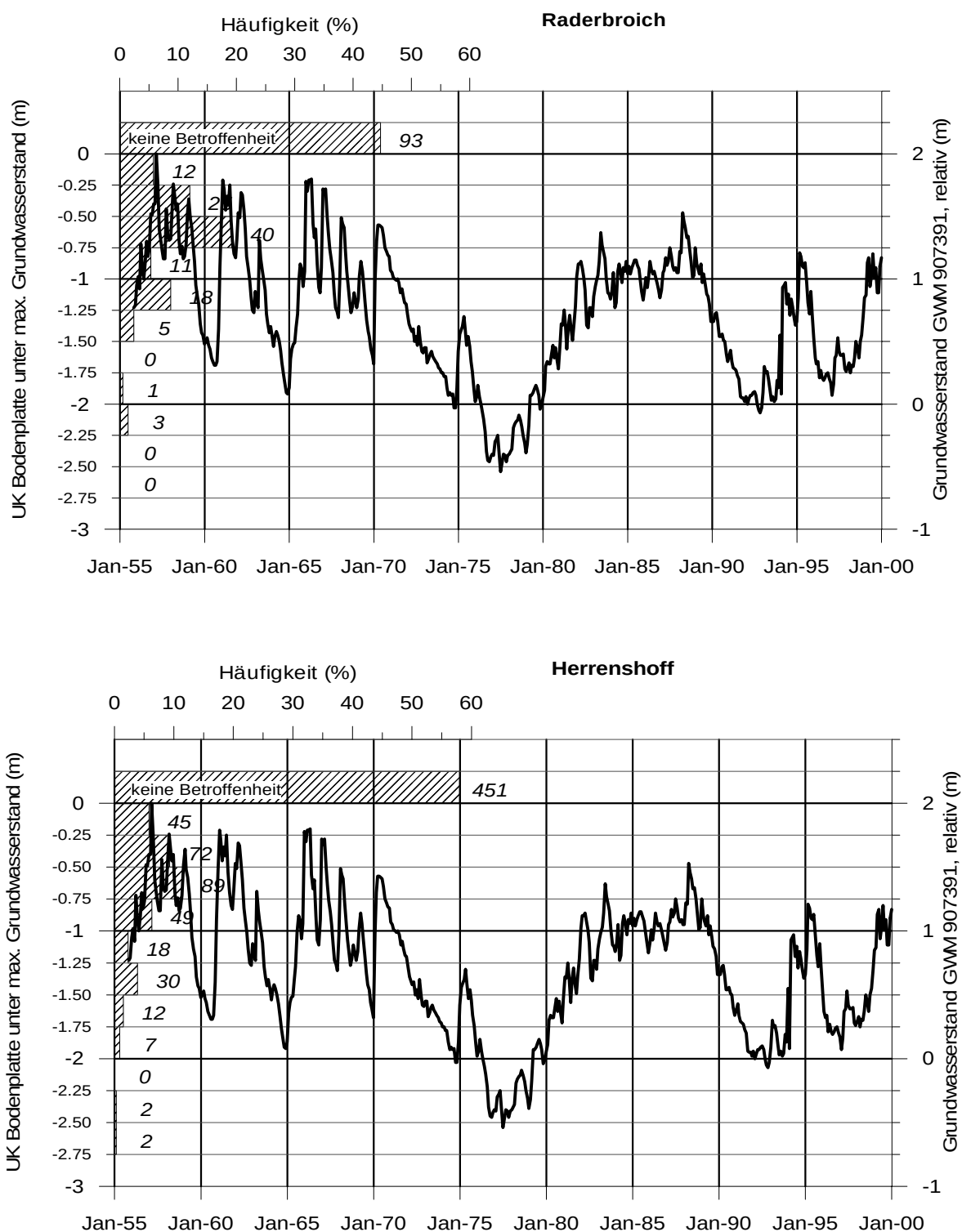
	Raderbroich	Herrenshoff	Neersbroich, Trietenbroich	Steinhausen, Drölschholz	Pesch	Korschenbroich Südost	Schlich	Düppheide, Kleinenbroich 1	Summe
Anzahl Gebäude	208	776	376	583	657	424	98	400	3522
Gebäude mit Fehlen wesentl. Angaben	58	332	127	191	114	208	50	133	1213
Erfasste Gebäude	150	444	249	392	543	216	48	267	2309
ohne Keller / Kellersohle über GW *	32	125	185	125	93	95	31	37	723
GW über Kellersohle *	118	319	64	267	450	121	17	230	1586
" , Keller mit weißer Wanne	16	72	9	38	77	15	3	21	251
" , Keller mit schwarzer Wanne	18	62	8	82	120	16	0	24	330
vom GW schädlich betroffene Gebäude *	84	185	47	147	253	90	14	185	1005
vom GW nicht betroffene Gebäude *	66	259	202	245	290	126	34	82	1304
Angaben in Prozentanteilen									
Gebäude mit Fehlen wesentl. Angaben	27,9	42,8	33,8	32,8	17,4	49,1	51,0	33,3	34,4
Erfasste Gebäude	72,1	57,2	66,2	67,2	82,6	50,9	49,0	66,7	65,6
Angaben in Prozentanteilen bezogen auf die erfassten Gebäude									
ohne Keller / Kellersohle über GW *	21,3	28,2	74,3	31,9	17,1	44,0	64,6	13,9	31,3
GW über Kellersohle *	78,7	71,8	25,7	68,1	82,9	56,0	35,4	86,1	68,7
" , Keller mit weißer Wanne	10,7	16,2	3,6	9,7	14,2	6,9	6,3	7,9	10,9
" , Keller mit schwarzer Wanne	12,0	14,0	3,2	20,9	22,1	7,4	0,0	9,0	14,3
vom GW schädlich betroffene Häuser *	56,0	41,7	18,9	37,5	46,6	41,7	29,2	69,3	43,5
vom GW nicht betroffene Gebäude *	44,0	58,3	81,1	62,5	53,4	58,3	70,8	30,7	56,5

* höchste zu erwartende Grundwasserstände; Kellersohle: Kellerfußboden abzüglich 0,30 m

Das Ausmaß der Betroffenheit in Abhängigkeit von der Einstauhöhe – bezogen auf die maximalen Grundwasserstände - wird ortsdifferenziert in Abb. 5.11a - d verdeutlicht. In Abb. 5.12 sind bezogen auf Tiefenstufen von 25 cm die Einzelhäufigkeiten von Einstauhöhen der betroffenen Gebäude (Sum-

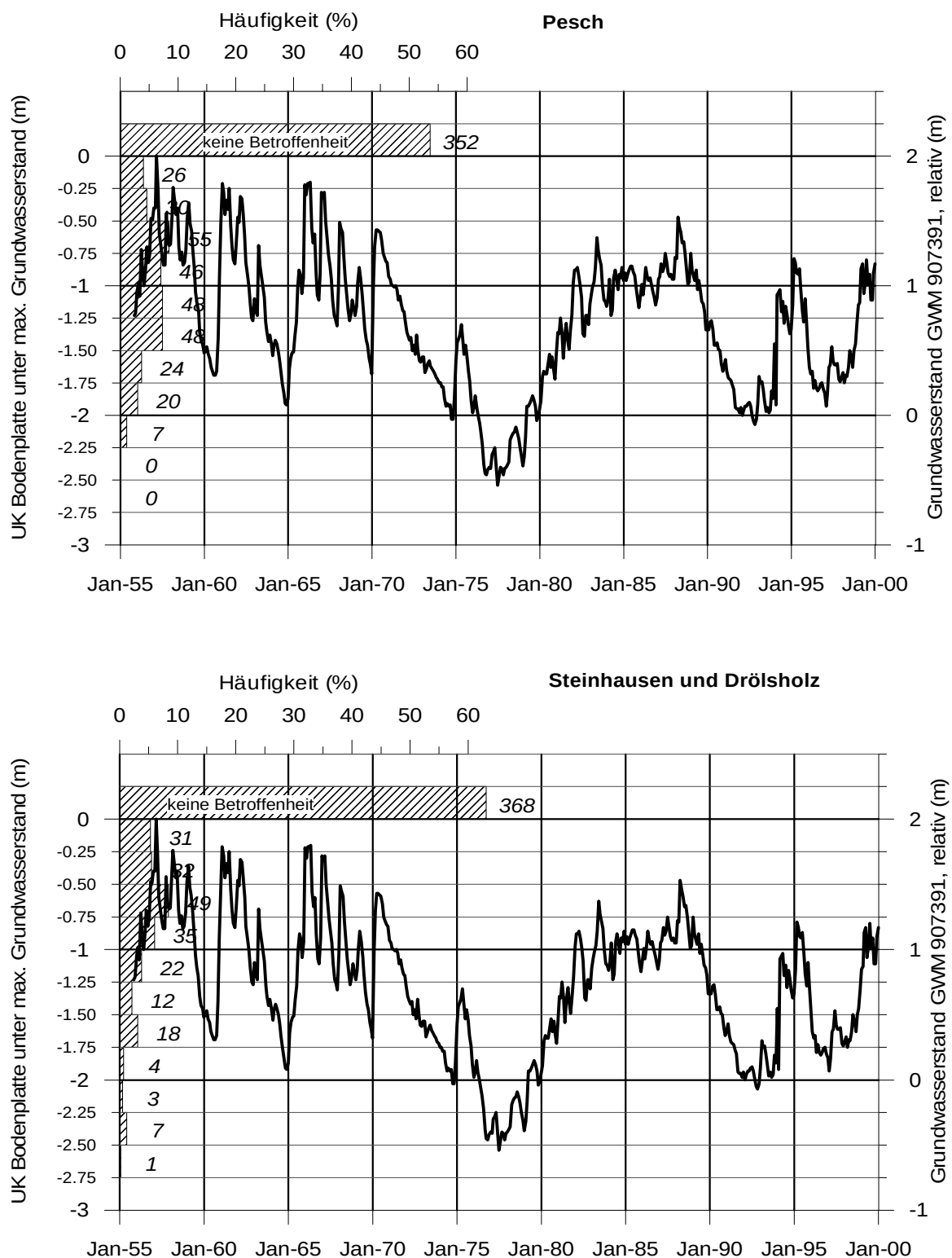
me aller erfassten Ortsteile), in Abb. 5.13 die Summenhäufigkeiten für die schädlich betroffenen Gebäude aller Ortsteile zusammenfassend dargestellt worden. Wesentliche Ergebnisse dieser Auswertungen sind:

- Auffällig ist der in fast allen bisher betrachteten Ortsteilen relativ geringe Anteil (ca. 9 % (Pesch) bis 32 % (Neersbroich)), i.M. 15,2 % schädlich betroffener Gebäude, die bei höchsten Grundwasserständen nur um wenige Dezimeter „eingestaut“ würden (gemäß oben getroffener Festlegung läge die Grundwasseroberfläche bei einem Einstau von 0 bis 0,29 m noch unter OK Kellerboden, d.h. in der Bodenplatte!). Nur bei diesen Häusern wäre bei hydraulischen Maßnahmen das "Kappen von kurzfristigen Hochwasserspitzen" zur Abwehr von Gebäudevernässungen ausreichend.
- In den Ortsteilen Neersbroich, Schlich und Korschenbroich entlang der Trietbachniederung werden knapp 50 % der schädlich betroffenen Gebäude um 0,5 m (gem. Abb. 5.10 entspricht dies hohen Grundwasserständen der 60er Jahre) eingestaut. In den übrigen Ortsteilen liegt dieser Anteil deutlich niedriger, im Minimum bei knapp 20 % in Pesch. Auch diese Gebäude könnten durch begrenzte, temporäre Absenkungsmaßnahmen trocken gehalten werden.
- In Pesch und Schlich wird ein hoher Anteil der schädlich betroffenen Gebäude (rund 50 %) um mehr als 0,8 m, entsprechend mittleren Grundwasserständen bezogen auf die 50er und 60er Jahre eingestaut. In den übrigen Orten liegt dieser Anteil bei oder unter 30 %, in Neersbroich bei rund 15 %. Bei hydraulischen Maßnahmen wären zur Schadensabwehr für diese Gebäude – bezogen auf die 50er und 60er Jahre – Grundwasserabsenkungen über den größten Teil einer Dekade vorzunehmen.
- Einstauhöhen über 1,5 m treten bei weniger als 10 % der Gebäude auf.
- In fast allen Ortsteilen beträgt bei einzelnen Häusern - die Richtigkeit der Daten unterstellt – die Einstauhöhe über 2 m. Dies würde Gebäudevernässungen auch bei niedrigen Grundwasserständen, also fast dauerhaft bedeuten!
- Von den bisher untersuchten potenziell betroffenen Ortsteilen stellt sich die Situation in Neersbroich am günstigsten dar: Neben dem höchsten Anteil nicht betroffener Gebäude (81 %) weist Neersbroich die günstigste Häufigkeitsverteilung mit relativ hohen Anteilen betroffener Gebäude mit nur geringen Einstauhöhen bei höchsten Grundwasserständen auf (Abb. 5.13). Am ungünstigsten sind die Verhältnisse in Pesch: Hier ist die Anzahl betroffener Gebäude am höchsten (253) verbunden mit der ungünstigsten Häufigkeitsverteilung (hoher Anteil von Gebäuden mit großen Einstauhöhen).



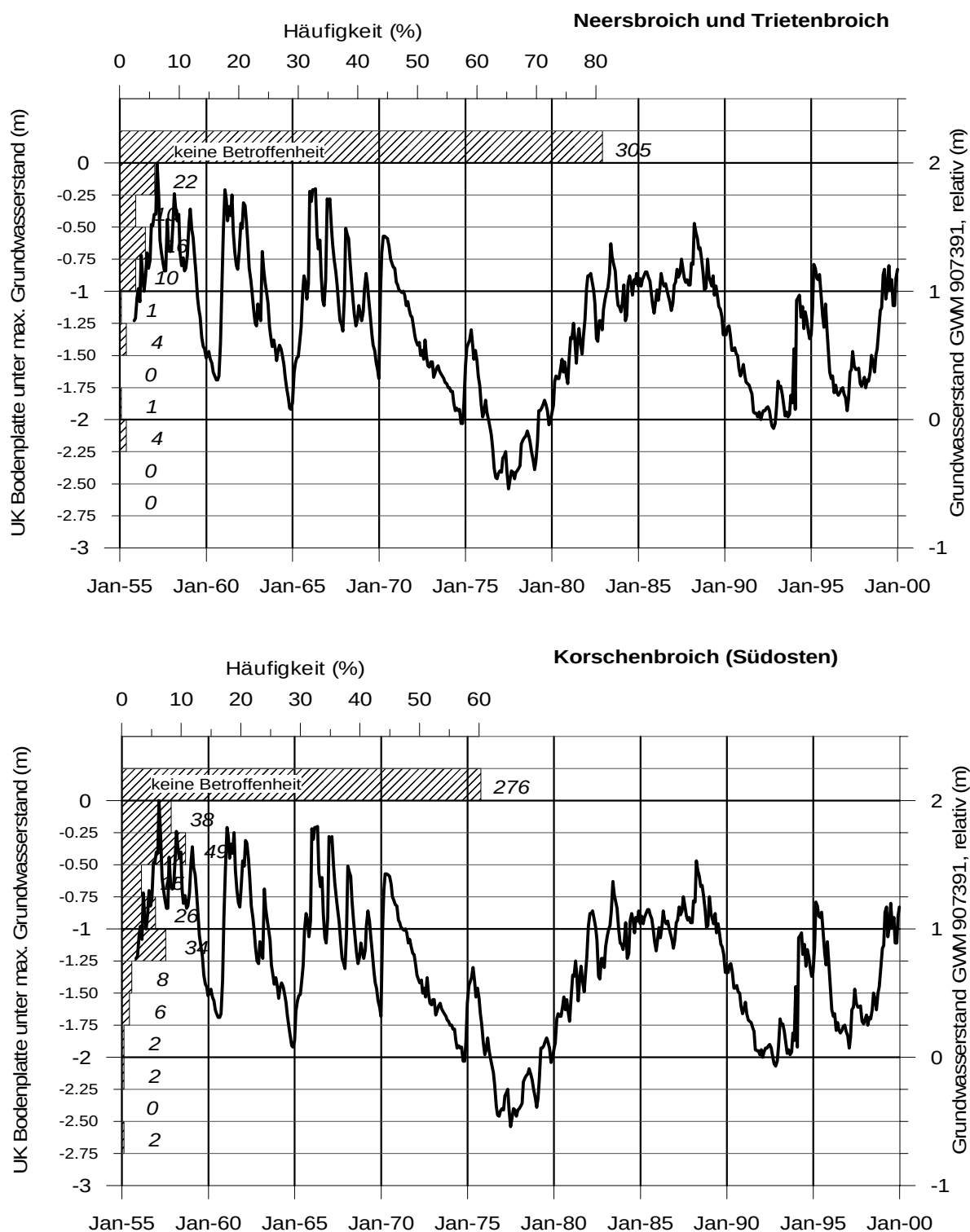
Ganglinie: bis 1969 Meßwerte, danach simulierte Werte mit Herausrechnung Einfluss Wasserwirtschaft (Wiener-Filter; Ertverband)

Abb. 5.11a: Häufigkeitsverteilung der Betroffenheiten von Gebäuden bei höchstem zu erwartenden Grundwasserstand (neben den Balken steht die Gebäudeanzahl) in Bezug zur Grundwasserganglinie (ohne absolute Höhen) der Messstelle 907391. **Verteilung der nicht erfassten Gebäude auf die erfassten entsprechend der Häufigkeitsverteilung**



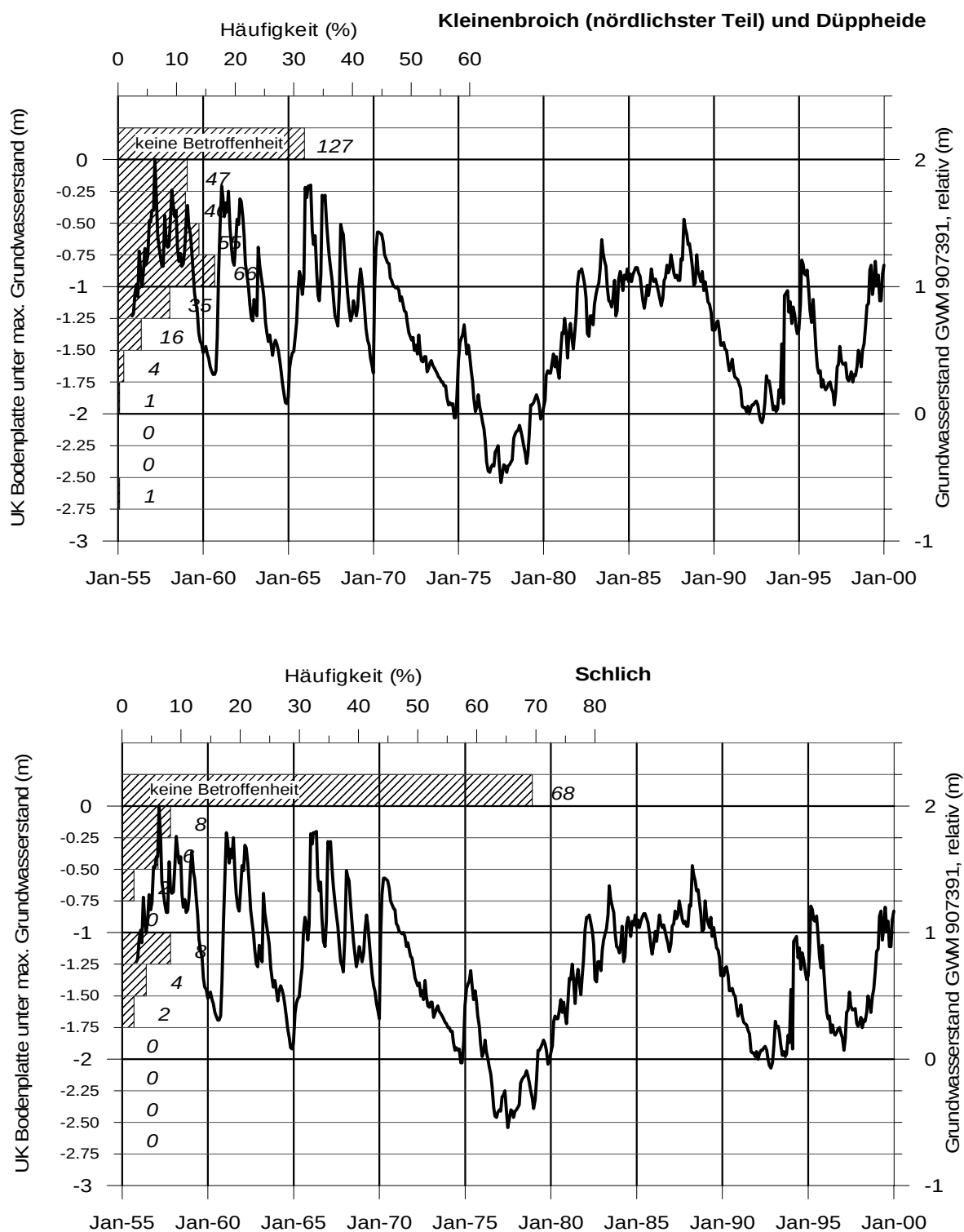
Ganglinie: bis 1969 Meßwerte, danach simulierte Werte mit Herausrechnung Einfluss Wasserwirtschaft (Wiener-Filter; Ertfverband)

Abb. 5.11b: Häufigkeitsverteilung der Betroffenheiten von Gebäuden bei höchstem zu erwartenden Grundwasserstand (neben den Balken steht die Gebäudeanzahl) in Bezug zur Grundwasserganglinie (ohne absolute Höhen) der Messstelle 907391. **Verteilung der nicht erfassten Gebäude auf die erfassten entsprechend der Häufigkeitsverteilung**



Ganglinie: bis 1969 Meßwerte, danach simulierte Werte mit Herausrechnung Einfluss Wasserwirtschaft (Wiener-Filter; Ertverband)

Abb. 5.11c: Häufigkeitsverteilung der Betroffenheiten von Gebäuden bei höchstem zu erwartenden Grundwasserstand (neben den Balken steht die Gebäudeanzahl) in Bezug zur Grundwasserganglinie (ohne absolute Höhen) der Messstelle 907391. **Verteilung der nicht erfassten Gebäude auf die erfassten entsprechend der Häufigkeitsverteilung**



Ganglinie: bis 1969 Meßwerte, danach simulierte Werte mit Herausrechnung Einfluss Wasserwirtschaft (Wiener-Filter; Ertfverband)

Abb. 5.11d: Häufigkeitsverteilung der Betroffenheiten von Gebäuden bei höchstem zu erwartenden Grundwasserstand (neben den Balken steht die Gebäudeanzahl) in Bezug zur Grundwasserganglinie (ohne absolute Höhen) der Messstelle 907391. **Verteilung der nicht erfassten Gebäude auf die erfassten entsprechend der Häufigkeitsverteilung**

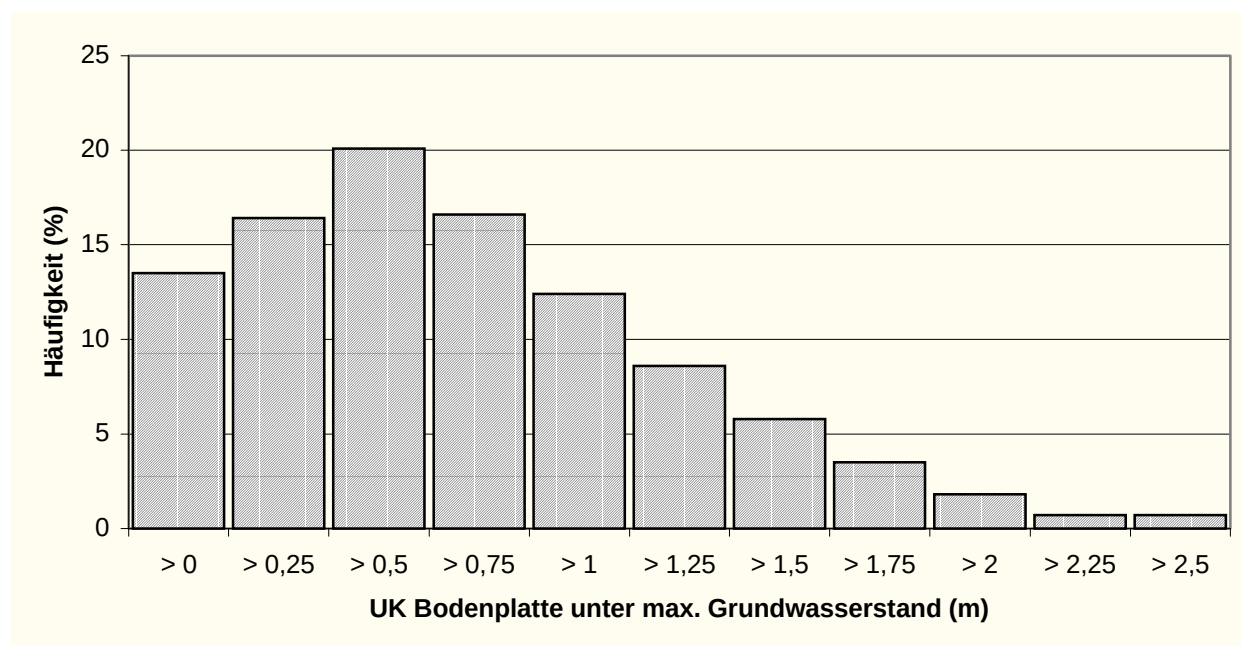


Abb. 5.12: Relative Häufigkeiten der Einstauhöhen der vom Grundwasser schädlich betroffenen Gebäuden bei höchstem zu erwartenden Grundwasserstand (alle bisher erfassten Ortsteile zusammengefasst)

Die vorstehenden Auswertungen beziehen sich auf von der Tagebausümpfung unbeeinflusste Grundwasserstände. Hinsichtlich **zeitlicher Aspekte des Eintretens einer Betroffenheit** wird auf den Abschn. 6.2.2.1.4 verwiesen.

Bebaute Bereiche ohne Grundwasserprobleme (Flurabstände bei höchstem zu erwartenden Grundwasserstand > 2,5 m) liegen im weiteren Stadtkern von Korschenbroich, dem östlichen Teil von Glehn, in Rubbelrath, Schlich, Scherfhausen sowie dem zum Liedberg ansteigenden Südrand von Steinhausen vor (s. Anl. 6.1). Die Ortsteile Lüttenglehn, Epsendorf und Liedberg sind vollständig nicht betroffen.

In den südlich des Nordkanals gelegenen Stadtteilen von **Kaarst** wären bei den höchsten Grundwasserständen Probleme v.a. in Holzbüttgen und Vorst zu erwarten. Bei Aufrechterhaltung der Förderung des WW Driesch in bisherigem Umfang sind Gebäudevernässungen in größerem Umfang höchstwahrscheinlich jedoch nicht zu erwarten. In Büttgen und weitgehend auch in Driesch liegen hingegen höhere Flurabstände mit dauerhafter Sicherheit vor grundwasserbedingten Gebäudevernässungen – übliche Gründungstiefen vorausgesetzt – vor.

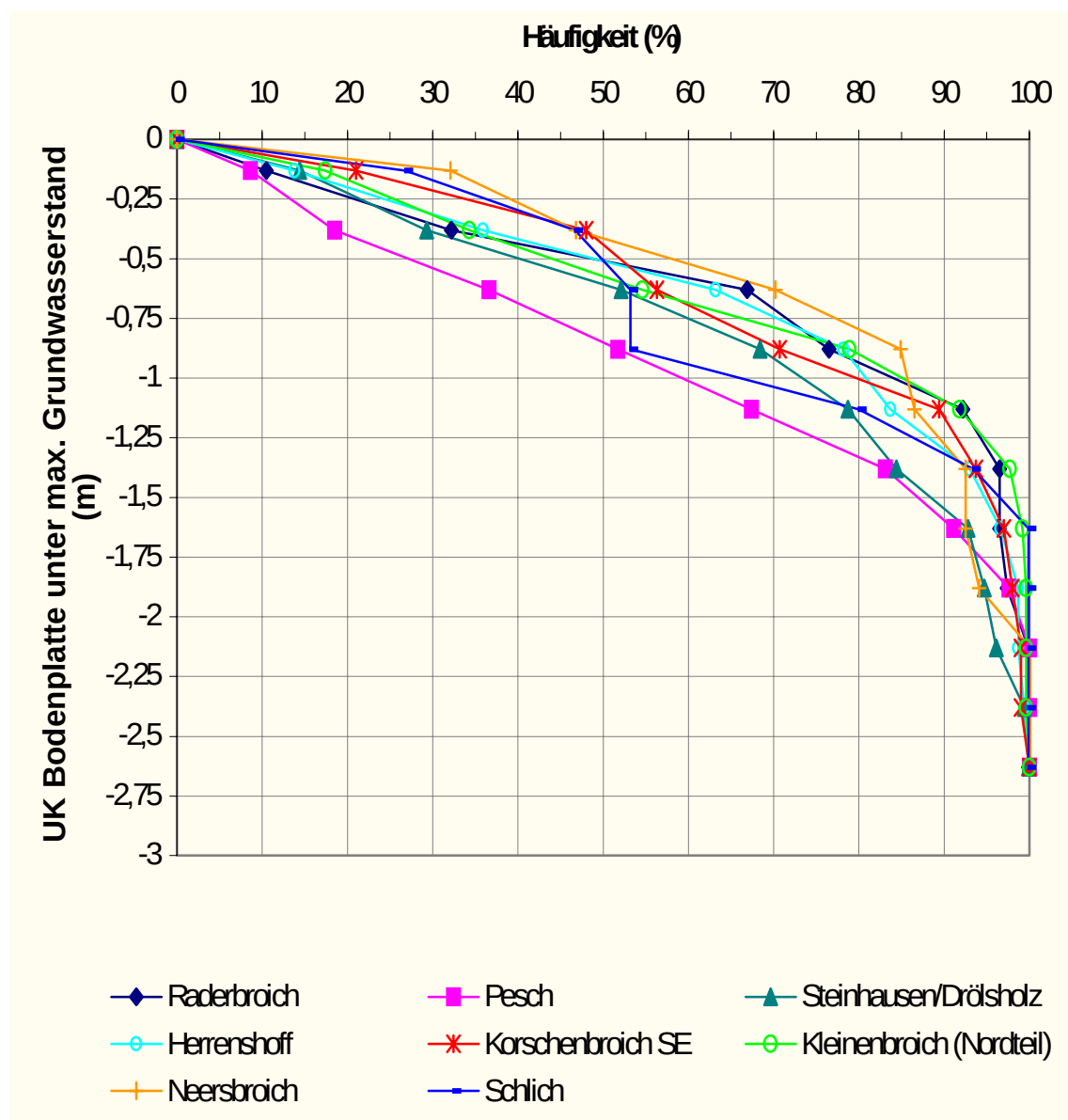


Abb. 5.13: Summenkurven der Häufigkeiten der Einstauhöhen der vom Grundwasser schädlich betroffenen Gebäuden bei höchstem zu erwartenden Grundwasserstand

5.4.3 Betroffenheit weiterer Objekte

Der Grundwasseranstieg ist neben den Gebäuden auch hinsichtlich undichter Abwasserleitungen, Deponien, Altlasten und Friedhöfen zu beurteilen.

Nach Auskunft der Stadt Korschenbroich würden bei dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand etwa 70 % des insgesamt 176 km langen **Abwasserkanalnetzes** unter der Grundwasseroberfläche

liegen. Die Leitungen und Schächte sind nach Angaben des Abwasserbetriebs auftriebssicher ausgeführt, sodass statische Probleme nicht zu erwarten sind. In defekten Kanalabschnitten können jedoch folgende Probleme auftreten: Während bei Lage oberhalb der Grundwasseroberfläche durch Aussickerungen Schadstoffe (in Haushaltsabwässern schädlich sind v.a. Reiniger wie Wasch- oder Geschirrspülmittel) in den Untergrund und in das Grundwasser gelangen können, ist bei einem Grundwassereinstau eine Zuckering in das Kanalnetz möglich mit der Folge (stark) erhöhter Abwassermengen und Verdünnungen der Abwässer. Neben rohrhydraulischen Engpässen kann in der Folge die Reinigungskapazität der Kläranlagen überschritten werden. Problematisch insbesondere für Membranfilteranlagen (in der neuen Kläranlage Nordkanal geplant) ist die Verdünnung der Abwässer. Belastbare Angaben zum Zustand des Kanalnetzes liegen dztg. nicht vor.

Defekte Kanalabschnitte sind aufgrund möglicher Schadstoffaustritte ohnehin zu sanieren, so dass eine spezielle Betroffenheit durch Grundwassereinstau nicht gegeben ist.

Das Hauptproblem sind jedoch vermutlich defekte Hausanschlüsse, die nach allgemeinen Erfahrungen einen hohen Prozentsatz an der Gesamtzahl der Hausanschlüsse ausmachen.

Nicht basisgedichtete Deponien und Altablagerungen können bei einem Grundwasseranstieg bis über das Sohlniveau problematisch werden, da in der Folge Schadstoffe ausgewaschen werden und in das Grundwasser gelangen können. **Deponien** sind im Stadtgebiet nicht vorhanden. Bezüglich der Grundwasserproblematik relevante Daten über **Altablagerungen** liegen bisher nicht vor. Die Auswirkungen der Veränderungen des Grundwasserstandes auf die vorhandenen Altlasten oder -verdachtsflächen müssen im Einzelfall noch geprüft werden.

Friedhöfe: Nach dem Rd.Erl. d. Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales vom 21.8.1979 – Hygiene-Richtlinien für die Anlage und Erweiterung von Begräbnisplätzen – muss der höchste Grundwasserstand mindestens 0,70 m unter Grabsohle liegen. Im Stadtgebiet gibt es 8 alte und neue Friedhöfe. Angaben zu Grabtiefen liegen nach Auskunft der Stadt Korschenbroich nicht vor. Gemäß o.g. Erlass soll die Grabtiefe grundsätzlich 1,80 m betragen, wobei bei „besonderen Verhältnissen“ auch geringere Tiefen möglich sind. In älteren Grabstätten, die vor Erscheinen des Rd.Erl. angelegt wurden, sind i.d.R. geringere Grabtiefen von rund 1,5 m ausgeführt worden (Auskunft GLA). Bei einem Grundwasseranstieg über das Niveau der Grabsohlen hinaus können Schadstoffe (relevant sind v.a. organische Stoffe und pathogene Keime) ausgewaschen werden. Bei Verschnitt der angenommenen Geländehöhen (aus nächstgelegtem Kanaldeckel) abzüglich einer Grabtiefe von 1,80 m würden bei den höchsten zu erwartenden Grundwasserständen die Friedhöfe Korschenbroich, Pesch, Alter Friedhof Kleinenbroich, Friedhöfe Glehn alt und neu mit ca. 0,4 bis 1,3 m eingestaut.



In der Regel sind Friedhöfe bezüglich der Grundwasserbeschaffenheit unproblematisch. Zum einen werden Leichen in ca. 3 bis 7 Jahren vollständig zersetzt, zum anderen die hierbei anfallenden chemischen Produkte und Keime bei gut filtrierendem Boden schnell abgebaut /L18/. Weiterhin wären durch Verdünnungen in den hier vorliegenden stark durchlässigen Terrassensedimenten keine großen Ausdehnungen von evtl. Schadstofffahnen zu erwarten. Der Sachverhalt „Einstau einer Grabstätte“ darf jedoch nicht nur nach rein technisch, naturwissenschaftlichen Kriterien beurteilt werden, hier muß auch auf die Empfindungen betroffener Angehöriger eingegangen werden. Dieses Thema ist deshalb sehr sensibel zu behandeln.

Bezüglich der nach Rückgang des Sumpfungseinflusses zu erwartenden höchsten Grundwasseroberfläche sind jedoch zukünftige Grabsohlen unter Beachtung o.g. Mindestabstandes zum Grundwasser - bei den o.g. Friedhöfen zumeist nur durch Geländeaufhöhungen erreichbar - anzuordnen.

6 Maßnahmen zur langfristigen Lösung der Grundwasserproblematik

6.1 Anforderungen an Maßnahmen

Ziel von Maßnahmen muß der Schutz von Bauwerken vor grundwasserbedingten Vernässungen zur Erhaltung eines möglichst hohen Nutzungswertes und zur Vermeidung gesundheitsschädlicher Auswirkungen (hohe Luftfeuchtigkeit, Schimmelpilzbildung etc.) sein.

Das Ziel ist grundsätzlich durch **bauliche Maßnahmen i.w.S.** (nachträglicher Einbau wasserdruckhaltender Dichtungen, Aufgabe von Kellerräumen, Nutzungsänderungen), **hydraulische Maßnahmen** (Grundwasserabsenkungen) oder Kombinationen daraus zu erreichen.

Während bauliche Maßnahmen keinerlei Auswirkungen über das Bauwerk hinaus haben, wird bei Grundwasserabsenkungen ein Absenkrichter erzeugt, der über das zu schützende Bauwerk hinaus reicht. Größere hydraulische Lösungsansätze setzen daher einerseits eine differenziertere Betrachtung der örtlichen Gegebenheiten und Betroffenheiten voraus, andererseits aber auch genaue Kenntnisse über die wasserwirtschaftlichen Zusammenhänge in diesem Gebiet, da Eingriffe in den Wasserhaushalt weitreichende und vielfältige Auswirkungen und Wechselwirkungen haben können.

An hydraulische Maßnahmen sind somit allgemein und hier speziell folgende Anforderungen zu stellen:

- für Grundwasserentnahmen ist das Dargebot bzw. das erforderliche Einzugsgebiet nachzuweisen (WHG).
- Im Rahmen von Schutzmaßnahmen gefördertes Grundwasser sollte (muß) aus wirtschaftlichen, wasserwirtschaftlichen und ökologischen Gründen so weit wie möglich genutzt (z.B. zur Trinkwasserversorgung oder Brauchwassernutzung) oder wiedereingeleitet (Untergrund oder z.B. Feuchtgebiete) und nur wenn nicht vermeidbar ungenutzt in die Vorflut abgeleitet werden.
- Auswirkungen auf Dritte sind zu ermitteln und soweit wie möglich zu vermeiden bzw. zu kompensieren (z.B. Wasserwerke, Bauwerke mit Gründung in bindigen/humosen Schichten oder mit Holzpfahlgründungen (Verrottungsgefahr), Naturschutz (grundwasserabhängige Biotope), schädliche Grundwasseraufhöhungen (durch Reinfiltrationen oder Wasserspiegelaufhöhungen in Fließgewässern unterstromig der Einleitstelle)).
- Der Einfluss der Maßnahmen ist auf das östliche Nierseinzugsgebiet zu begrenzen (Forderung der Stadt Mönchengladbach). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Niers abschnittsweise keinen bzw. temporär bei niedrigen Grundwasserständen keinen Grundwasserkontakt hat und damit keine feste Begrenzung für hydraulische Maßnahmen auf Korschenbroicher Gebiet darstellt.
- Verlagerungen der Einzugsgebietsgrenzen der Wasserwerke Driesch und Broichhof nach Osten sind zu vermeiden (wegen CKW-Schaden in Büttgen und Deponie Grefrath).
- Sicherung des Fortbestandes der bestehenden Wasserwerke. Wenn z.B. das WW Driesch aufgegeben werden müsste, hätte dies langfristig gebäudeschädliche Grundwasseranstiege in Holzbüttgen und Vorst zur Folge.

6.2 Mögliche Maßnahmen

6.2.1 Bauwerksbezogene Maßnahmen

6.2.1.1 Nachträglicher Schutz durch konstruktive Maßnahmen

Nachfolgend werden nur Maßnahmen gegen drückendes Grundwasser behandelt. Ziel ist dabei nicht die Lösung technischer Einzelprobleme, sondern lediglich die Angabe genereller Lösungsansätze. Hinsichtlich des Schutzes gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit und nicht drückendes Wasser wird auf DIN 18 195-4 und -5 sowie auf DIN 4095 verwiesen (s.a. Abschn. 5.3).

Schwarze Wanne

Die Grundform der wasserdruckhaltenden **Innenhautdichtung** ist der **Innentrog**. Dabei ist kennzeichnend, dass die senkrechten Teile der Dichtung an den Innenflächen der tragenden Wände des abzudichtenden Bauwerks angeordnet sind, während es gleichgültig ist, ob dieses vor dem Aufbringen der Dichtung einen gewöhnlichen Kellerfußboden und Streifenfundamente aufweist (Abb. 5.3) oder eine tragende Sohlplatte (Abb. 5.4). In beiden Fällen wird vorausgesetzt, dass es sich um eine nachträgliche Abdichtung bestehender Bauwerke handelt. Die einzelnen Teile des Innentroges sind (Abb. 6.1) (n. /L11/):

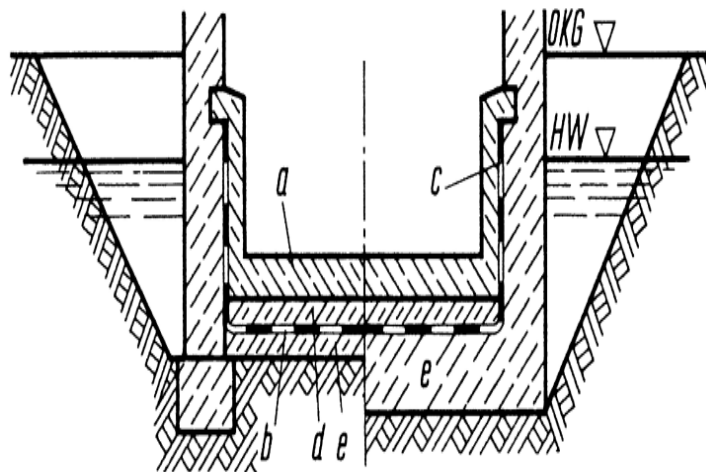
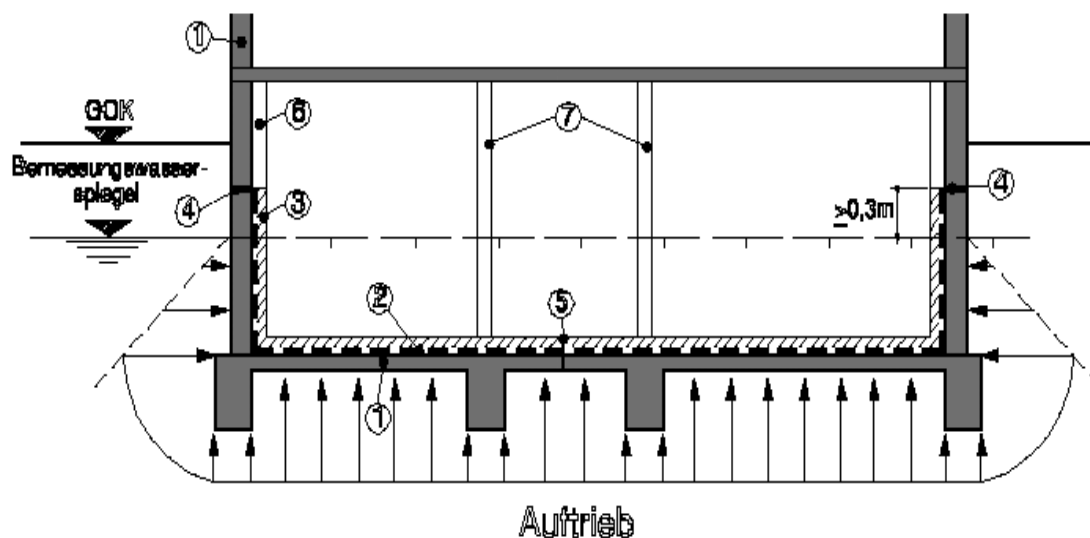


Abb. 6.1: Grundformen für den nachträglichen Einbau einer Innenhautdichtung (schematisch)

- Trogsohle und Trogwände. Sie müssen den Wasserdruck aufnehmen und so ausgebildet sein, dass sie die Dichtung hohlraumfrei bedecken.
- Sohlendichtung
- Innenwanddichtung
- Schutzbeton
- Sohlenunterlage. Hierbei handelt es sich um einen vorhandenen Fußboden, eine neu geschaffene ca. 8 bis 12 cm starke Betonschicht oder eine vorhandene Sohlplatte.

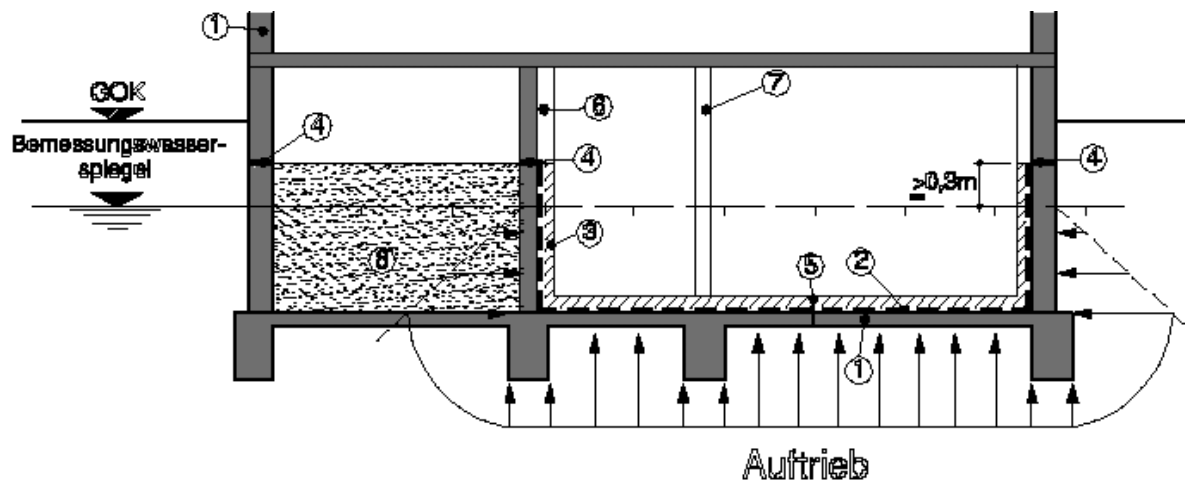
Im Gegensatz zur wasserdruckhaltenden Außenhautdichtung (s. Abb. 5.8) ist die **Innenhautdichtung als die ungünstigere technische Lösung einzuschätzen**. Trotzdem sind Regeln für wasserdruckhaltende Innenhautdichtungen aufgestellt worden, weil solche Dichtungen immer dann ausgeführt werden müssen, wenn man unterlassen hat, rechtzeitig eine Außenhautdichtung vorzusehen. Die wesentlichen Regeln hierfür wurden in Deutschland bereits vor Jahrzehnten unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg entwickelt, als in vielen Städten, bedingt durch den Stillstand der Industrie, das Grundwasser stark anstieg /L10/ und im Bereich der Anstiegszone befindlichen nicht abgedichteten Keller überflutet wurden. In Berlin betrug z.B. der Grundwasseranstieg im Mittel ca. 1 m bei Maximalwerten um ca. 2 m /L17/. Das anstehende Problem ist damit nicht neu und vor allem nicht „Korschenbroich-spezifisch“.

Die bautechnische Lösung kann sich wahlweise auf das gesamte Kellergeschoß oder auch nur auf Einzelräume beziehen. Bei einer nur bereichsweisen Lösung wird unterstellt, dass Teile des Kellergeschosses aufgegeben werden (s.a. Abschn. 6.2.1.3). Die Bauweise „Schwarze Wanne“ kann nur schematisch angegeben werden und ist in Abb. 6.2 und 6.3 in ihren wesentlichen Elementen dargestellt. Für die Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser sind Werkstoffe nach DIN 18 195-2 zu verwenden. Die Abdichtung 2 ist auf die Innenseite des bestehenden Bauwerks (Abdichtungsuntergrund 1) aufzubringen und muss die nachträglich einzubauende Innenschale (Abdichtungsrücklage) vollständig umschließen. Die Abdichtung ist mindestens 30 cm über den Bemessungswasserstand (höchster zu erwartender Grundwasserspiegel) zu führen. Das Eigengewicht des Innentroges reicht in der Regel nicht aus, um dem Auftrieb standzuhalten. Er muss daher oberhalb der Wandabdichtung in die tragenden Bauwerkswände eingeführt werden, um das Bauwerksgewicht zur Aufnahme des Auftriebs auszunutzen oder mit der Unterkonstruktion über Verankerungen (z.B. Telleranker) verbunden werden. Die Innenschale - bevorzugt aus Stahlbeton - ist im Verbund mit der bestehenden Konstruktion nach statisch-konstruktiven Kriterien unter Berücksichtigung des höchsten Grundwasserspiegels zu bemessen. Sie muß selbst nicht wasserdicht sein. Die Sohle des Innentroges wird nur vom Auftrieb, vermindert um das Eigengewicht des Innentroges, belastet. Wenn zwecks Einhaltung einer bestimmten Höhe des Kellers der frühere Kellerfußboden beseitigt werden muss, um die Sohlenunterlage tiefer zu legen, wird am einfachsten der innere Absatz der Streifenfundamente abgestemmt.



- ① Außenwand, Kellersohle (Bestand)
- ② Wasserdruckhaltende Dichtung; z.B.
2 x Bitumenbahn R 500N + 1 x PIB - Bahn 2mm
- ③ Innenschale, bewehrter Stahlbeton, Dicke und
Bewehrung nach statischen Erfordernissen
- ④ Nachträgliche Horizontalabdichtung
- ⑤ Telleranker; Verbindung Bestand mit Innenschale
(in Anlehnung an DIN 18195-9)
- ⑥ Aufmauerung
- ⑦ Zwischenwände; für den Bau der Innenschale
unter Beachtung statischer Erfordernisse
rückzubauen und anschließender Neuaufbau

Abb. 6.2: Nachträglicher Einbau einer wasserdruckhaltenden „schwarzen Wanne“ (schematisch) im gesamten Kellerbereich



- ① Außenwand, Zwischenwand, Kellersohle (Bestand)
- ② Wasserdurchhaltende Dichtung; z.B.
2 x Bitumenbahn R 500N + 1 x PIB - Bahn 2mm
- ③ Innenschale, bewehrter Stahlbeton, Dicke und
Bewehrung nach statischen Erfordernissen
- ④ Nachträgliche Horizontalabdichtung
- ⑤ Telleranker; Verbindung Bestand mit Innenschale
(in Anlehnung an DIN 18195-9)
- ⑥ Aufmauerung
- ⑦ Zwischenwände; für den Bau der Innenschale
unter Beachtung statischer Erfordernisse
rückzubauen und anschließender Neuaufbau
- ⑧ Verfüllung (z. B. mit einer hydraulisch abbindenden
Dämmersuspension, $w / b \sim 0,7$)

Abb. 6.3: Nachträglicher Einbau einer wasserdruckhaltenden „Schwarzen Wanne“ (schematisch) - Teilbereich des Kellergeschosses

Hierfür sind entsprechende statische Nachweise erforderlich. Voraussetzung für die Ausbildung einer geschlossenen Wanne ist, dass für die Herstellung Zwischenwände und Einbauten (z.B. Energieversorgungsleitungen einschl. Heizungsanlage) unter Beachtung statischer Belange zurückgebaut und anschließend neu errichtet werden müssen. Dies kann Zwischenabstützungen erforderlich machen.

Nachträgliche **Horizontalabdichtung**

Bei fehlender oder nicht ausreichender horizontaler Sperrlage in der Außenwand muss diese nachträglich eingebaut werden. Horizontalsperren können nachträglich **mechanisch** mittels

- Edelstahleinschlagverfahren (Abb. 6.4)
- Diamantkreissägeverfahren (Abb. 6.5)
- Diamantseilsägeverfahren (Abb. 6.6, 6.7)

oder **chemisch** mittels Injektionen (Abb. 6.8) eingebracht werden.

Mechanische Verfahren bezeichnen den nachträglichen Einbau oder das Einlegen einer kapillarwasserdichten Ebene in das Mauerwerk, z.B. einer flexiblen, folienartigen Dichtungsbahn, von Kunststofflaminaten bzw. von Edelstahlblechen. Die mittels Säge- oder Rammverfahren (Voraussetzung ist eine rammfähige Mörtelfuge) erzielbaren Wirkungsgrade sind sehr hoch. Allerdings sind die Verfahren aufwendig und mit mehr oder weniger erheblichen Eingriffen in die Bausubstanz verbunden. Eine Alternative sind die Injektionssysteme (auch chemische Verfahren). Hier werden Werkstoffe in Form von Lösungen, Emulsionen, Suspensionen oder Schmelzen in das Mauerwerk injiziert. Die kapillar aufsteigende Feuchtigkeit wird durch das Verstopfen oder Verengen der Poren oder dem Hydrophobieren der Porenwände unterbrochen. Die Produktgruppen der Injektionsmittel können nach folgenden Wirkprinzipien unterschieden werden (Baumeister, Zeitschrift für Architekten, 95. Jahrgang, 1998).

- Kapillarverdichtung,
- Hydrophobierung,
- Kombination aus Kapillarverdichtung und Hydrophobierung.

Die Injektion kann ohne Druck, mit Druck oder im Impulsverfahren ausgeführt werden.

Eine Zusammenstellung und Bewertung enthält Tab. 6.1.

Die Entscheidung für das eine oder andere Verfahren ist nur auf der Grundlage einer genauen Analyse über den Mauerwerksaufbau (Dimension, Materialien, konstruktive Gegebenheiten und Besonderheiten) und dem Mauerwerkszustand möglich und setzt eine Zusammenarbeit zwischen Planer, Produkthersteller und Verarbeiter voraus.

Für Kelleraußentreppen und Pumpenschächte sind gesonderte Maßnahmen vorzusehen und diese in das Abdichtungskonzept mit einzubeziehen. Wie eingangs bereits ausgeführt, kann sich die Wannenlösung auch ausschließlich auf Einzelräume beziehen mit Aufgabe von Teilflächen im Kellergeschoß (Abb. 6.3).

Tab. 6.1: Verfahren zum nachträglichen Einbau horizontaler Dichtungen im Mauerwerk

Verfahren	Erfahrung Bekanntheitsgrad	Systemsicherheit Gewährleistung	Verarbeitung Anwendung	Preis-/Leistungs- verhältnis
Chromstahl- blechverfahren	hoch	hoch, bei richtiger Ausführung	problembehaftet, nur bedingt geeignet	angemessen
Sägeverfahren	hoch	hoch	problembehaftet, nur bedingt geeignet	angemessen
V-Schnittverfahren	durchschnittlich	mittelmäßig	aufwendig, nur bedingt geeignet	zu hoch
Mauerwerksunterfangung	weniger	hoch, bei richtiger Ausführung	aufwendig und zeitintensiv	zu hoch
Flascheninjektion	hoch	gering bis mittel- mäßig, je nach Produkt	einfach, aber zeitaufwendige Vorbereitungen notwendig	angemessen
Druckinjektion	mittlerweile hoch	hoch	aufwendig durch entsprechende Vorbereitungen	angemessen
Paraffininjektion	weniger	mittelmäßig bis gering	aufwendig und problembehaftet	zu hoch
Impulssystem	mittlerweile hoch	hoch, durch elektrische Steue- rung und Infusi- onsrohre	einfach	gut

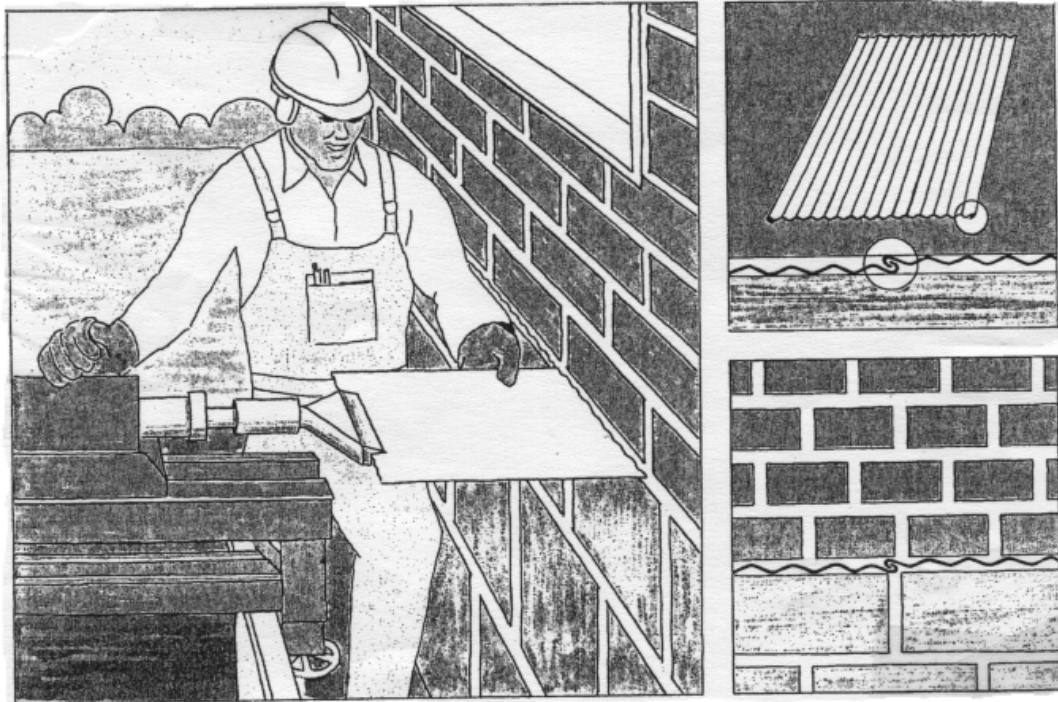


Abb. 6.4: Edelstahlanschlagverfahren (mechanische Horizontalsperre, z.B. nach Fa. Schützeichel GmbH)

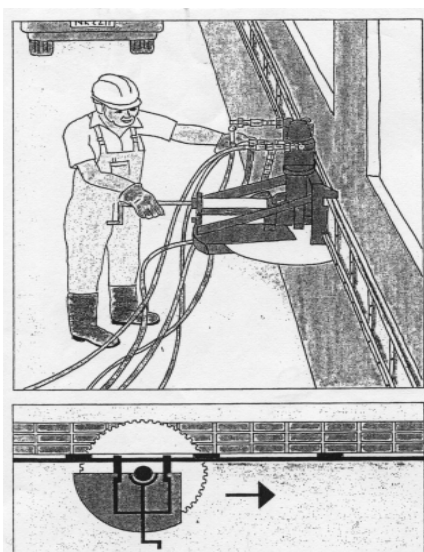


Abb. 6.5: Diamantkreissägeverfahren (nach Fa. Schützeichel GmbH)

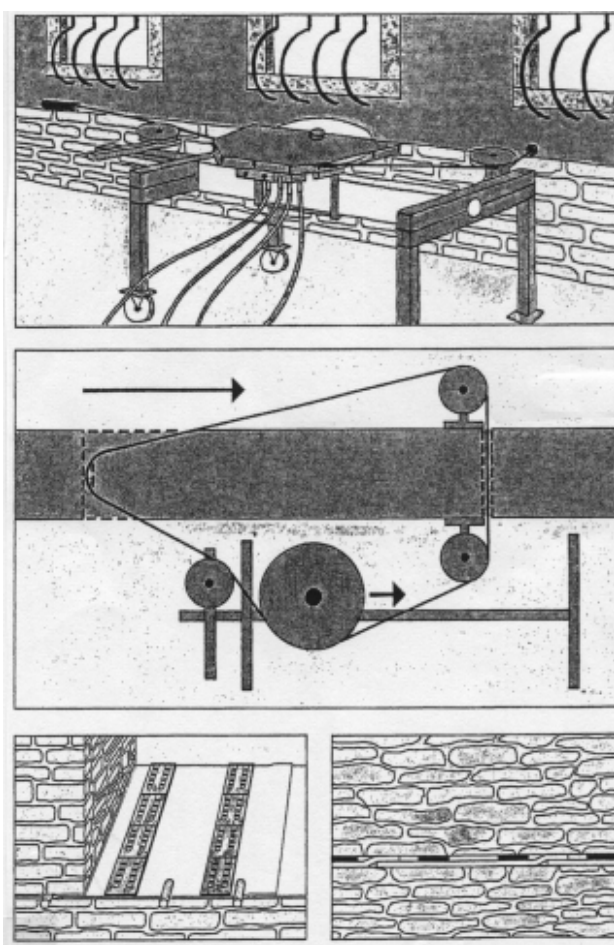


Abb. 6.6: Diamantseilsägeverfahren (nach Fa. SCHÜTZEICHEL GmbH)

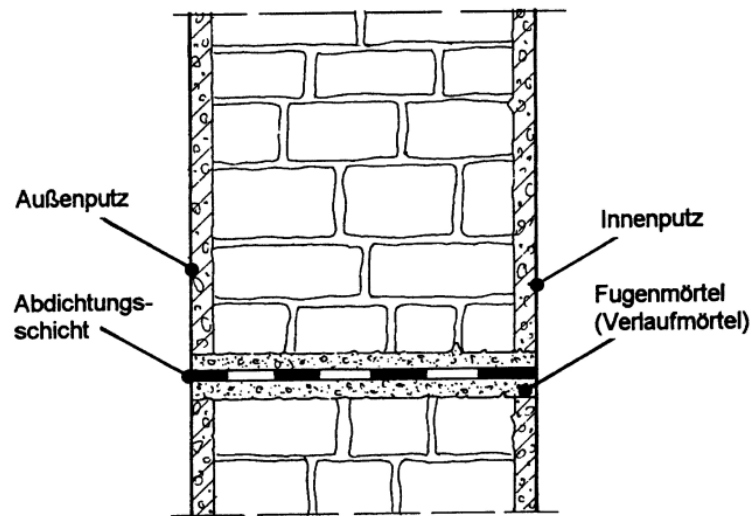


Abb. 6.7: Nachträglicher Einbau einer horizontalen Dichtungsschicht (im Sägeverfahren) /L13/

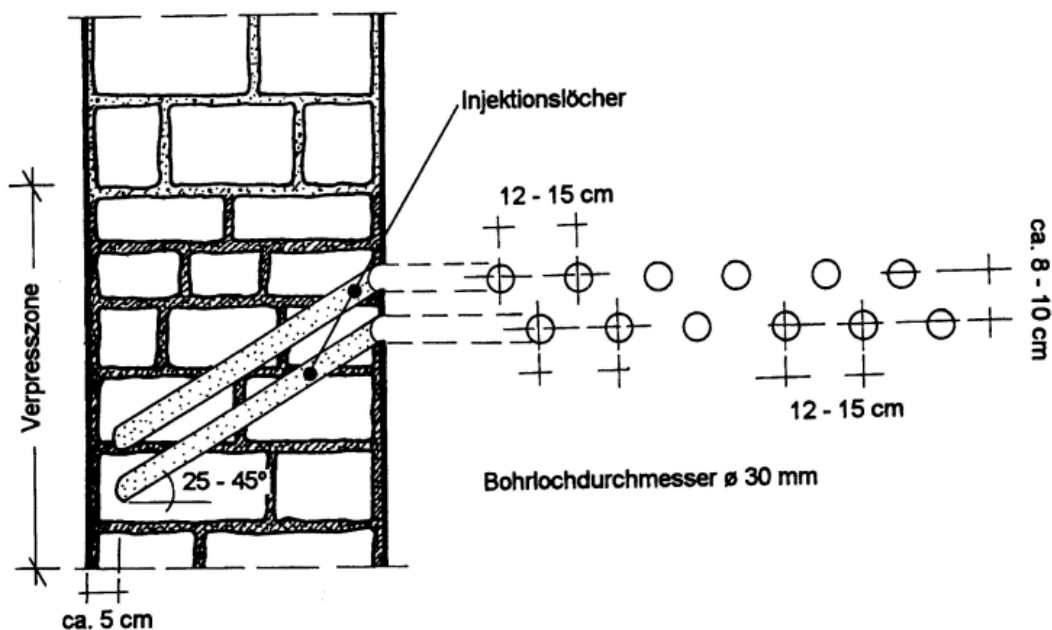


Abb. 6.8: Einbau einer Injektionssperre und Anordnung der Bohrlöcher für drucklose Injektion /L13/

Weißer Wanne

Der nachträgliche Einbau der Innenschale kann grundsätzlich auch als Weiße Wanne in WU-Beton erfolgen. Die Nachteile dieser Abdichtungsvariante liegen aber in folgenden Punkten (s.a. Abschn. 5.3.2.3):

- Die Bauteile aus wasserundurchlässigem Beton müssen so konstruiert sein, dass sie möglichst rißfrei bleiben,
- Bauteilabmessungen, Schalung und Bewehrungsanordnung sind auf günstige Betonierbarkeit einzurichten,
- die zum Abbau von Zwängungen erforderlichen Bauwerksfugen sind durch zusätzliche Sonderkonstruktionen abzudichten, z.B. durch Fugenbänder,
- bei Kellern im Grundwasser mit dünnen Bauteilen und bei geringer Luftumwälzung in den Räumen sind der kapillare Feuchtetransport und die Wasserdampfdiffusion zu berücksichtigen, da es sonst zu einer Erhöhung der relativen Luftfeuchte kommen kann.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte ergeben sich beim nachträglichen Einbau eindeutige technische Vorteile für die „Schwarze Wanne“. Der sonst bei einer „Weißen Wanne“ zu erwartende wirtschaftliche Vorteil ist nicht mehr gegeben. Für beide Varianten der nachträglichen Wannen-Innendichtung ergeben sich zumindest temporär deutliche Nutzungseinschränkungen, z.B. durch Unterbrechung und ggf. Neuinstallation von Ver- und Entsorgungsleitungen, Heizungsanlagen etc.. In ungünstigen Fällen kann auch eine zeitweise Räumung des Objektes in Betracht kommen.

6.2.1.2 Nachträglicher Schutz durch Injektionen und/oder Beschichtungen

Schleierinjektionen

Abdichtungsinjektionen, die im Wand- und Sohlbereich als Schleierinjektionen über systematisch in einem Raster angeordnete Bohrungen von innen ausgeführt werden, sind auch bei Druckwasserbeaufschlagung grundsätzlich möglich, sie erreichen aber in keinem Fall die Abdichtungsqualität und die raumklimatischen Bedingungen z.B. einer „Schwarzen Wanne“ als nachträgliche Innenhautdichtung. Die z. Zt. eingesetzten Injektionsmittel können wie folgt eingeteilt werden:

- Physikalisch aushärtende Systeme, z.B. hydraulisch abbindende Systeme wie (Fein)Zementsuspensionen.
- Chemisch aushärtende Systeme mit folgenden Reaktionsmechanismen:
 - Polykondensation (z.B. Wasserglaslösungen)
 - Polyaddition (z.B. Polyurethane)
 - Polymerisation (z.B. Acrylatgele)

Für die flächenhafte nachträgliche Abdichtung eignen sich insbesondere die Acrylatgele, die sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

- Injektionsgele sind wasserundurchlässig und flexibel.
- Der Vorgang der Wasseraufnahme und -abgabe ist reversibel, das Material reagiert elastisch.
- Durch die niedrige Viskosität haben Injektionsgele ein wasserähnliches Fließverhalten.
- Sie haften gut auf mineralischen Gründen.
- Im ausreagierten Zustand sind sie bis -20° froststabil.
- Wasserundurchlässig (bei 3 cm Schichtdicke des Gels und 1 bar Wasserdruck).
- Das System ist grundwasserverträglich bzw. wasserhygienisch.

Vor der Injektion sind Injektionspacker zu setzen (Bohrkanal-Ø ca. 18 mm). Das Packerraster ist objektabhängig festzulegen, 6 bis 8 Bohrungen/m² sind als Anhaltswert anzusetzen. Bei einem rolligen Baugrund im Kontakt zu Bodenplatte und Außenwand sind 60 bis 80 kg Material in Ansatz zu bringen. Die Injektion erfolgt wegen der kurzen Gelzeit mit einer 2-Komponenten-Pumpe. Die Injektion muss so lange durchgeführt werden, bis das Injektionsgut aus benachbarten Bohrlöchern austritt. In Abhängigkeit vom Zustand von Bauwerk und Baugrund kann eine mehrstufige Injektion mit Druck und/oder Mengenlimitierung in den einzelnen Stufen erforderlich werden. Die Durchführung der Injektionsabdichtung setzt sehr viel Erfahrung und eine eingehende Situationsanalyse voraus und ist auf relativ wenige Fachfirmen beschränkt. Erschwerend kommt hinzu, dass im Gegensatz zu nachträglich eingebauten Wannensystemen keine einschlägigen Normen existieren.

Die Schleierinjektion kann auch mit Bitumendickbeschichtungen und anderen klassischen Außenhautabdichtungen nach DIN 18195-6 kombiniert werden, vorausgesetzt, dass die Außenwand bis UK Fundament nachträglich freigelegt werden kann. Bei Teilunterkellerungen und Anbauten ist dies i.d.R. nicht der Fall.

Da die Schleierinjektion keine statische Wirksamkeit hat, ist der Nachweis ausreichender Auftriebssicherheit und unkritischer Verformungen im Lastfall „Einstau“ in jedem Fall zu führen und in die Entscheidungsmatrix mit einzubeziehen.

Abdichtungen (Beschichtungen) innen

Unter der Voraussetzung, dass eine Beton-Bodenplatte und ein stabiles Außenmauerwerk, nur kurzfristige und relativ geringe Einstauhöhen (max. ca. 50 cm über OK Kellerboden) und geringe Ansprüche an die Kellernutzung gegeben sind, können auch mehrschichtige Beschichtungssysteme (z.B. System HEY'DI, REMMERS oder gleichwertig) ggf. mit integriertem Bewehrungsgewebe eingesetzt

werden. Auch dieses Verfahren kann nur kleinflächig mit zeitweisem Rückbau von Installationen und Zwischenwänden erfolgen. Die zu beschichtenden Beton- und Mauerwerksflächen sind gründlich zu säubern, Rißbildungen und Kehlen sind ggf. gesondert vorzubehandeln. Die raumklimatischen Verhältnisse können durch zusätzliches Aufbringen eines porenhydrophoben Werk trockenputzes mit einer erhöhten Wasserdampfdiffusion erhöht werden. Hinsichtlich der erforderlichen Vertikalsperre wird auf die Ausführungen in Abschn. 6.2.1.1 verwiesen.

Fehlstellensanierungen(-injektionen)

Injektionen in der Konstruktion selbst zur Abdichtung von Rissen, Fehlstellen etc. können Abdichtungsinjektionen auch bei planmäßig ausgeführten „Weißen Wannen“ nachträglich notwendig werden, wenn im Lastfall „Einstau“ (möglicherweise erst viele Jahre nach Herstellung) Fehlstellen erkannt werden, die die Dichtigkeit beeinträchtigen. Häufige Fehler sind:

- unvollständig verdichteter Beton,
- Entmischung des Betons,
- Arbeitsfugen ohne Fugensicherung,
- schadhafte oder ungelegte Fugenbänder.

6.2.1.3 Aufgabe von Kellerräumen

Wenn eine nachträgliche Abdichtung des Kellergeschosses nach Abschn. 6.2.1.1 insgesamt oder auch in Teilbereichen aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht in Betracht kommt und auch die in Abschn. 6.2.2 beschriebenen objektbezogenen hydraulischen Maßnahmen oder eine großflächige Grundwasserabsenkung ausscheiden, bleibt nur die Aufgabe des Kellergeschosses übrig. Dies wird andererseits i.d.R. nur möglich sein, wenn zusätzliche Einrichtungen z.B. für Energieversorgung im Erdgeschoss oder in entsprechenden Anbauten untergebracht werden können. Kellerzusatzräume in Form ebenerdiger An- oder Zusatzbauten bedürfen jedoch der bauaufsichtlichen Genehmigung und ggf. einer diesbezüglichen Änderung der Bausatzung. Eine zentrale Zusammenfassung entsprechender Einrichtungen und Installationen für mehrere Bauobjekte kann sich u.U. als technisch und wirtschaftlichere Lösung im Vergleich zu Einzellösungen herausstellen. Hier kann kein allgemein gültiger Lösungsansatz vorgeschlagen werden, eine endgültige Lösung bleibt immer einer Einzelfallbetrachtung vorbehalten. Gleiches gilt für realistische Kostenschätzungen. Die Aufgabe eines Kellergeschosses oder auch nur von Teilen desselben stellt den massivsten Eingriff in die Gebäudenutzung dar, kann aber bei ausschließlich rationaler, technisch wirtschaftlicher Betrachtung im konkreten Einzelfall die zweckmäßigste Lösung sein.

Muss der Keller aufgegeben werden, kann aus statischen Gründen eine Verfüllung bis ca. 30 cm über den höchsten Grundwasser (Bemessungswasserspiegel) erforderlich werden. Die Verfüllung kann bis ca. 1 m Höhe mit einem nichtbindigen Boden (Kiessand o.ä.), darüber hinaus mit einer fließfähigen Dämmer-Fertigmischung (mit oder ohne Sandzusatz) vorgenommen werden. Dämmer-Mischungen (z.B. 850 kg Dämmer auf 1 m³ Wasser) binden hydraulisch ab und erreichen nach der Aushärtung Festigkeiten von 2 - 4 MN/m². Zusätzlich zur Verfüllung sind Abdichtungsmaßnahmen gegenüber Feuchtigkeit (kapillar, nicht drückend) auf der Unterseite der Erdgeschoßdecke mit Anschluss an eine horizontale Mauerwerksabdichtung für Außen- und Zwischenwände vorzusehen. Des weiteren können in Abhängigkeit von der Bauweise und den eingesetzten Materialien für tragende Wände konstruktive Zusatz- bzw. Verstärkungsmaßnahmen erforderlich werden. Sie sind im Einzelfall mit einem konstruktiven Ingenieur zu planen und auszuführen.

6.2.1.4 Kostenschätzungen

Schwarze Wanne (Innendichtung)

Für die favorisierte „Schwarze Wanne“ können Kosten nur sehr grob abgeschätzt werden, da sich die Grundrisse und Gliederungen der Einzelobjekte und auch der Grad der Betroffenheit (max. Einstauhöhe) sowie die Ansprüche an die Nutzung sehr stark unterscheiden können. Die nachfolgenden Preise sind Nettopreise, Kosten für Planung und Baustelleneinrichtung sind enthalten.

Die spezifischen Kosten (DM/m²) für die Abdichtung selbst sind noch relativ genau mit ca. DM 250 bis 350/m², zu beziffern. In Abhängigkeit von den Aufwendungen für:

- Baustelleneinrichtung,
- temporärer Rückbau und Neuaufbau von Zwischenwänden,
- Vorbehandlung des Untergrundes (z.B. Putz),
- Rückbau und Neuverlegung von Installationen (Strom, Wasser, Abwasser, Gas, Heizungsanlagen),
- zusätzliche Horizontalabdichtungen in Außenmauern,
- temporäre Nutzungseinschränkungen (bevorzugt bei vermieteten Objekten),
- Kelleraußentreppen, Pumpenschächte, etc.,
- Bauüberwachung,
- Ansprüche an die Ausstattung und Nutzung,

können sich **spezifische Zusatzkosten** von geschätzt DM 500 bis 950/m² ergeben.

Die **spezifischen Gesamtkosten** lassen sich damit nur in einem relativ großen Schwankungsbereich von DM 750 bis 1.300/m² abschätzen. Durch Standardisierung bzw. Rationalisierung des Bauablaufs bei baugleichen oder vergleichbaren Gebäudetypen (Reihenhaus, freistehendes Objekt, getrennte oder gemeinsame Giebelwände) und marktüblichem Wettbewerb lassen sich die Kosten ggf. reduzieren, gleiches gilt bei Durchführung einzelner Arbeitsschritte in Eigenleistung.

Damit würden sich beispielsweise für ein Haus mit einer Abdichtungsfläche von 140 m² (100 m² Grundfläche, 40 x 1 m = 40 m² aufgehende Innenschale) mit o.a. Kostenansätzen **wahrscheinliche Gesamtkosten** von DM 105.000 bis 185.000 ergeben. Belastbare Zahlen für das Einzelobjekt lassen sich nur auf der Grundlage von konkreten Einzelfallbetrachtungen ermitteln. Die **möglichen Gesamtkosten** können die o.a. Ansätze noch um ca. 20 % unter- bzw. überschreiten.

Schleierinjektionen

Bei einer Schleierinjektion mit einem Acrylatgel bei den i.d.R. porösen Terrassensedimenten im Kontakt zum Baukörper ist realistisch mit Aufnahmemengen von ca. 60 bis 80 kg/m² zu rechnen. Daraus resultieren **spezifische Kosten für die Abdichtung** von ca. DM 500 bis 800/m².

Da bei den Injektionsverfahren ein Rückbau und eine Neuverlegung von Installationen und der temporäre Rückbau von Zwischenwänden entfällt, reduzieren sich die **spezifischen Zusatzkosten** gegenüber der „schwarzen Wanne“ deutlich und dürften im Bereich DM 200 bis 400/m² angesiedelt sein. Dieser Vorteil wird aber durch die höheren Dichtungskosten weitgehend ausgeglichen. Die **spezifischen Gesamtkosten** addieren sich damit auf ca. DM 700 bis 1.200/m².

Für ein Objekt, vergleichbar mit dem bei der „schwarzen Wanne“ berechnen sich **Gesamtkosten** von ca. DM 100.000 bis 170.000. Gegenüber der schwarzen Wanne, bei der eine relativ exakte Vorausberechnung und Kalkulation nach Einzelpositionen möglich ist, werden die Kosten für die Schleierinjektion sehr stark von der zu injizierenden Bodenart gesteuert. Die Hauptkosten stecken in dem zu injizierenden Material. Bei hohlraumreichen Böden und bei Vorhandensein von Ringdränagen, über die ein unkontrollierter Materialverlust möglich ist, ist die Anwendungsgrenze überschritten.

Abdichtungsinjektionen allein mit kostengünstigeren Zementsuspensionen sind für den Aufbau einer lückenlosen und im technischen Sinne dichten Umschließung nicht möglich, selbst wenn anders lautende Versprechen von Anbietern gemacht werden. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die Verfahren der nachträglichen Abdichtung über Injektionen seit Jahren kontrovers diskutiert werden. Es werden viele Verfahren und Systeme angeboten und zum Teil auf konfuse und abenteuerliche Weise eingesetzt, die den Nachweis der Wirksamkeit, vor allem auf Dauer, häufig schuldig geblieben

sind. Nicht zuletzt aus diesem Grunde wird empfohlen, eine Injektionsmaßnahme nur durch erfahrene Planer und Fachfirmen mit entsprechenden Referenzen unter vergleichbaren Randbedingungen bearbeiten zu lassen.

Beschichtungen

Bei einer Schichtdicke von 4,0 mm, in 2 Arbeitsgängen aufgebracht, und einer Auftragsmenge von ca. 5,0 kg/m² einschließlich des relativ hohen Aufwandes für die Vorbehandlung des Untergrundes ist mit **spezifischen Kosten** von DM 250 bis 325/m² zu rechnen. Die **spezifischen Zusatzkosten** für Demontage und Neuaufbau sind in der gleichen Größenordnung wie bei der „schwarzen Wanne“ in Ansatz zu bringen. Damit ergeben sich für dieses System **spezifische Gesamtkosten** in einer Größenordnung von DM 750 bis 1.075/m². Die o.a. Anmerkungen zu Planern, Produktherstellern und Verarbeitern gelten entsprechend.

6.2.2 Hydraulische Maßnahmen

Bei hydraulischen Maßnahmen wird der Grundwasserstand auf für Gebäude unkritische Niveaus abgesenkt bzw. ein Anstieg über dieses Niveau verhindert. Bautechnische Maßnahmen am Einzelobjekt wären damit i.d.R. nicht erforderlich.

6.2.2.1 Vorbemerkungen und Umfang hydraulischer Maßnahmen

6.2.2.1.1 Absenkungstrichter und Einzugsgebiet

Bei einer Grundwasserentnahme bildet sich um die Fassungsanlage ein Absenkungstrichter aus, dessen Form von der Entnahmemenge und insbesondere von der Durchlässigkeit des Grundwasserleiters sowie dessen wassererfüllten Mächtigkeit, daneben von dem natürlichen Gefälle der Grundwasseroberfläche bestimmt wird. Bei sehr ergiebigem Grundwasserleiter, wie im Projektgebiet vorliegend, ist der Absenkungstrichter bei geringen Absenkungsbeträgen flach ausgeformt. Bei den hier vorhandenen Wasserwerken hat sich bei langfristigen Entnahmen von je rund 4 Mio m³/a eine Absenkung von lediglich ca. 0,5 bis 1 m im Nahbereich der Brunnen (Radius wenige 100 Meter) eingestellt. Mit zunehmender Entfernung von der Fassung verflacht der Absenkungstrichter und nähert sich asymptotisch der unbeeinflussten Grundwasseroberfläche an. Bei einer Absenkung ist stromabwärts ein Scheitelpunkt ausgebildet, von dem aus das Grundwasser auf der einen Seite zur Fassung abströmt, auf der anderen Seite davon weg (Untere Kulmination). Die eigentliche Absenkung geht über diesen Punkt nach unterstrom noch hinaus. Die Untere Kulmination ist der am weitesten abstromig gelegene Punkt der Entnahmegrenze, einer Bahnlinie, von der das Wasser weder in die Fassung eintritt, noch mit dem

Grundwasserstrom zusammen abfließt (Abb. 6.9). Das von der Entnahmegrenze umhüllte Einzugsgebiet umfasst die Fläche, die für die Regenerierung der entnommenen Wassermenge durch den Versickerungsanteil der Niederschläge (langjähriges Jahresmittel der Grundwasserneubildung) erforderlich ist. Daher gehört zu jeder wasserrechtlichen Bewilligung oder Erlaubnis einer Grundwasserentnahme der Nachweis des für die Dauerentnahme erforderlichen Einzugsgebietes. **Das Einzugsgebiet ist flächenmäßig um ein Vielfaches größer als der Absenkungsbereich.**

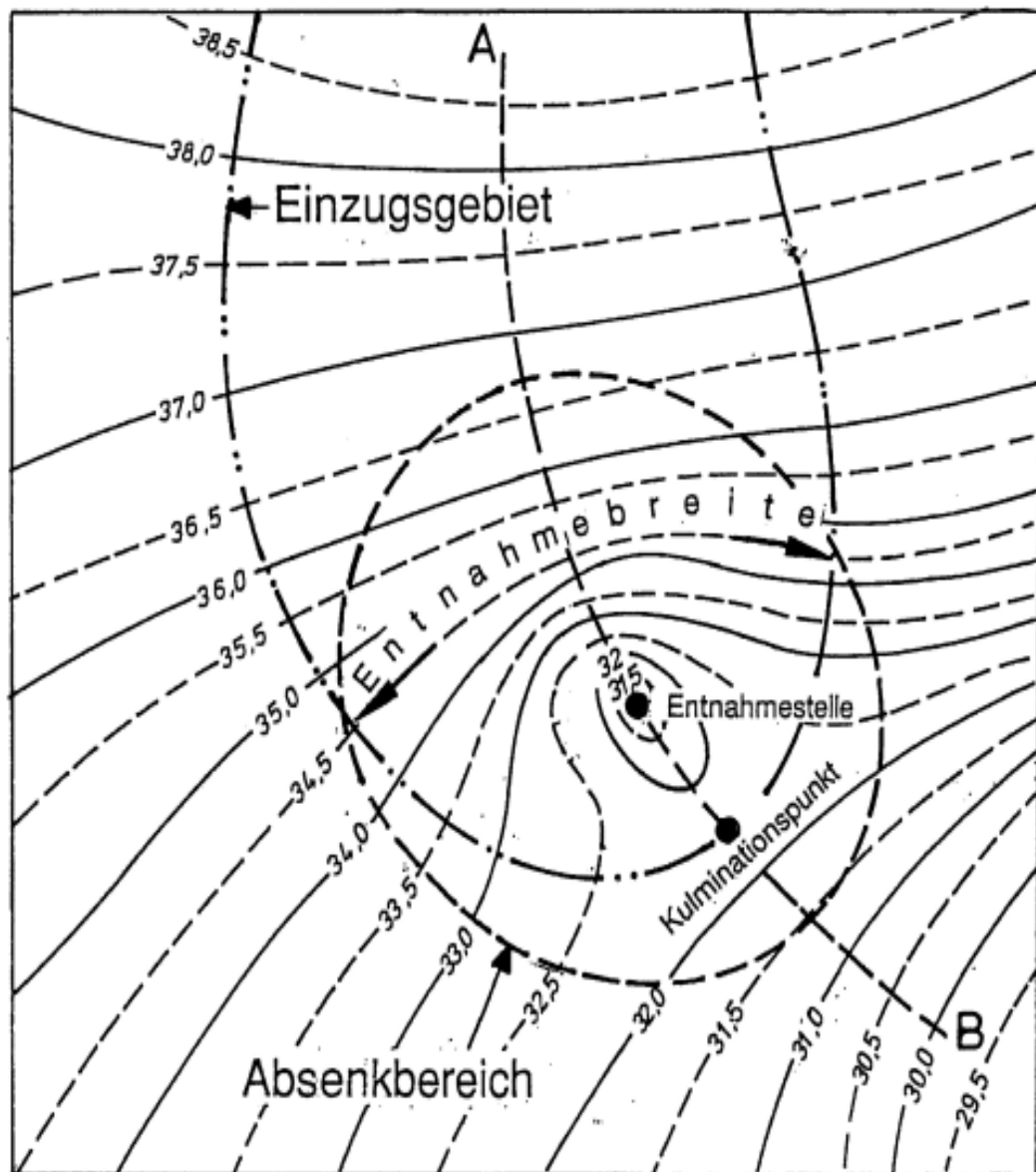


Abb. 6.9: Absenkungs- und Entnahmegbereich um einen Brunnen (nach DIN 4049, Ausgabe 1979)

Diese Zusammenhänge verdeutlichen, dass aus wasserwirtschaftlicher Sicht, die das Prinzip der Nachhaltigkeit beinhaltet, eine Anordnung beliebig vieler größerer Grundwasserentnahmen auf engem Raum nicht möglich ist.

Bei Grundwasserabsenkungen im Stadtgebiet ist für jede 1 Million m³ jährlicher Entnahmemenge bei der hier maßgeblichen mittleren Grundwasserneubildung von 6,9 l/sec * km² eine Einzugsgebietsfläche von 4,6 km² erforderlich.

Bezüglich der Grundwasseroberfläche bedeutet eine Entnahme in Höhe des Dargebotes, dass sich im langjährigen Mittel keine Absenkung über den im Verhältnis zum Einzugsgebiet eng begrenzten Absenkungstrichter hinaus einstellt.

6.2.2.1.2 Grenzflurabstände

Bei rein hydraulischen Maßnahmen ist die Grundwasseroberfläche so abzusenken bzw. ein Grundwasseranstieg so zu begrenzen, dass Gebäude auch bei den üblichen witterungsbedingten Schwankungen der Grundwasserstände nicht vernässen. Hierbei sind Absenkziele unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages von ca. 30 cm ortsabhängig (gemäß Betroffenheitsanalyse) und nach Zahl der Gebäude, für die eine Lösung mit hydraulischen Maßnahmen erreicht werden soll, noch zu definieren. Es besteht lediglich theoretisch die Möglichkeit, den Grenzflurabstand so festzulegen, dass jedem auch ungünstigst gelegenen und ausgestatteten Gebäude ein trockener Keller zu jedem Zeitpunkt garantiert werden kann. Dies würde nach der Auswertung in Abb. 5.11 eine zeitweise Absenkung bis maximal ca. 2,50 m unter den höchsten Bemessungswasserspiegel bedeuten³. Eine solche Betrachtungsweise schließt sich aus ökonomischen und wasserwirtschaftlichen Gründen aus. Absolute Grundwasserfreiheit für jedes Objekt im Stadtgebiet für alle Zeiten sicherzustellen, ist praktisch nicht möglich. Entsprechend der Betroffenheitsanalyse sind Grenzflurabstände unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Belange zu wählen, mit denen für eine möglichst hohe Prozentzahl von Gebäuden das Ziel der Grundwasserfreiheit erreicht wird, für den Rest der Gebäude mit ungünstigen Lagen oder zu großen Eintauchtiefen (bezogen auf max. Grundwasserstand) jedoch nicht. Hier müssen dann zwangsläufig die in Abschn. 6.2.1 beschriebenen bauwerksbezogenen Maßnahmen greifen.

Zum Schutz des Grundwassers vor Kontaminationen ist ein ausreichender Abstand der Grundwasseroberfläche zur Sohlfläche von Altlasten zu gewährleisten. Eine Beurteilung der Verdachtsflächen hinsichtlich Betroffenheit bei hohen Grundwasserständen und Schadstoffinventar ist dztg. durch die Stadt Korschenbroich in Bearbeitung. Die ggf. einzuhaltenden maximalen Grundwasserstände ohne

³ Dieser für Gebäude maßgebliche Absenkungsbetrag wird in den Brunnen oder anderen Fassungen aufgrund der Geometrie des Absenkungstrichters naturgemäß noch überschritten und nimmt mit wachsender Entfernung der Fassung von einem trockenzuhaltenden Gebäude zu.

Sanierung bzw. Sicherung der Altlast sind nach den örtlichen Gegebenheiten im Einzelfall festzulegen. Die Alternative Altlastensanierung ist selbstverständlich die andere Option.

Den Flächen mit gewollten möglichst hohen Flurabständen stehen Flächen gegenüber, auf denen eine Grundwasserabsenkung nicht oder nur in begrenztem Umfang erfolgen darf. Diese zur Vermeidung absenkungsbedingter Schäden an Naturhaushalt und Gebäuden vorhandenen Flächen sind in Anl. 7 dargestellt. Die schützenswerten Feuchtgebiete erfordern je nach Pflanzenvergesellschaftung unterschiedliche, jedoch in jedem Fall geringe Flurabstände. Für einige der Feuchtgebiete gibt es Bestrebungen des Landes, diese z.T. beeinträchtigten Flächen unter Anhebung der Grundwasseroberfläche zu sanieren. Nach Auskunft der LÖBF (Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten) finden in diesen Gebieten zur Zeit Kartierungen zur Bestandsaufnahme des ökologischen Inventars statt. Nach deren Auswertungen sind einzuhaltende Flurabstände, differenziert für jedes Feuchtgebiet abzuleiten und in weiteren Untersuchungen bzw. Planungen zu berücksichtigen.

In Siedlungsflächen sind Gebäudeschäden infolge absenkungsbedingter Austrocknung und Schrumpfung von setzungsempfindlichen Böden (insbesondere organische Böden) zu vermeiden. Setzungsempfindliche Torfe sind hier vor allem in der Niersaue und entlang des Nordkanals ausgebildet, jedoch nur vereinzelt überbaut. Generell sollte in den überbauten Niedermoorflächen ein Grundwasserstand gehalten werden, der oberhalb der bisher niedrigsten Grundwasserstände liegt. Entsprechende Werte sind noch ortsabhängig festzusetzen. Für Gebäude mit einer Holzpfahlgründung gilt dies in analoger Weise.

Um Beeinträchtigungen der Belange Dritter und des Naturhaushaltes zu vermeiden sind Grenzflurstände für verschiedene Naturräume und Nutzungen durch Begrenzung der Absenkung oder durch Kompensationsmaßnahmen (unter- und oberirdische Einspeisungen) einzuhalten. Die Möglichkeiten hierzu sind in Korschenbroich aufgrund der räumlichen Nähe von gewollten Absenkungsbereichen und absenkungsempfindlichen Bereichen naturgemäß sehr begrenzt.

6.2.2.1.3 Grundwasser-Entnahmemengen

Bebaute Bereiche mit gebäudekritischen Flurabständen liegen nach Beendigung des Sumpfungsinflusses in fast allen Ortslagen von Korschenbroich vor (vgl. Abschn. 5.42 und Anl. 6). Wenn mittels hydraulischer Maßnahmen die Vernässung von Gebäuden insgesamt oder zu großen Teilen verhindert werden soll, ist bei den gegebenen hydrogeologischen Randbedingungen die Entnahme und Ableitung erheblicher Grundwassermengen vorzunehmen. Ohne gesonderte modellgestützte hydraulische Berechnungen ist bereits erkennbar, dass für großräumige und umfangreiche Grundwasserabsenkungen Entnahmen erforderlich sind, die weit über den derzeitigen, das Dargebot nahezu auszunutzen und hinsichtlich der Lösung der Grundwasserproblematik aber unzureichenden Entnahmen liegt. Weitere Ausführungen hierzu s. Abschn. 6.3.

6.2.2.1.4 Zeitliche Aspekte der Grundwasserentnahme

Aufgrund des im Stadtgebiet in unterschiedlichem Maße vorhandenen Sumpfungseinflusses der Rheinbraun AG (s. Anl. 4, vgl. Abschn. 4.3.2) ist der Beginn von Abwehrmaßnahmen in den bei höchsten Grundwasserständen betroffenen Ortslagen nicht überall zeitgleich erforderlich.

Zu unterscheiden sind:

Bereiche ohne Sumpfungseinfluss: nördliches Stadtgebiet mit den Ortschaften Herrenshoff, Raderbroich sowie dem Nordteil von Kleinenbroich: Gebäudevernässungen können bei hohen Grundwasserständen bereits jetzt auftreten (in Raderbroich ist noch eine Verschlechterung der Situation durch die Außerbetriebnahme des WW Lodshof zu erwarten). Hier wären hydraulische Maßnahmen so früh wie möglich zu installieren und im Bedarfsfall auch zu betreiben.

Bereiche mit geringem Sumpfungseinfluß (bis ca. 1 m) und Gebäudevernässungen bei hohen Grundwasserständen bereits jetzt: mittleres Stadtgebiet mit den Ortschaften Kleinenbroich (Mitte, Süd), Korschenbroich (Bereiche entlang des Trietbachs), Pesch, Neersbroich: auch hier wären hydraulische Maßnahmen so früh wie möglich zu installieren und im Bedarfsfall zu betreiben. Bei nachlassendem Sumpfungseinfluß ab 2005 erhöht sich der Umfang und die Häufigkeit von Pumpmaßnahmen.

Bereiche mit Sumpfungseinfluß von 1 bis ca. 3 m: südliches Stadtgebiet mit den Ortschaften Drölschholz, Steinhausen, Schlich und Glehn: hier sind gebäudekritische Grundwasserstände erst bei nachlassendem Sumpfungseinfluß, also ab 2005 zu erwarten. Da der Sumpfungseinfluss ab 2005 allmählich nachläßt, wären hier hydraulische Maßnahmen ab einem Zeitpunkt von mehreren Jahren nach 2005 – dann mit zunehmendem Umfang - zu betreiben.

Bereiche mit Sumpfungseinfluß von über 5 m: südlichstes Stadtgebiet mit den Orten Rubbelrath und Steinforth: Situation analog wie in vorstehendem Absatz, jedoch mit noch späterem Eintreten gebäudekritischer Grundwasserstände (Größenordnung einige Jahrzehnte nach 2005).

Trotz dieser zeitlichen Differenzierung ist bei der Lösung mittels hydraulischer Maßnahmen die Gesamtsituation im Stadtgebiet im Auge zu behalten. Die frühere und stärkere Betroffenheit im nördlichen Stadtgebiet darf nicht dazu verleiten, die erst später betroffenen mittleren und südlichen Bereiche dadurch zu benachteiligen, dass mögliche Grundwasserentnahmen bereits für den Nordabschnitt verbraucht werden.

6.2.2.1.5 Dauer hydraulischer Maßnahmen

Hydraulische Maßnahmen, zumal in hohem Umfang, können nicht auf Dauer ausgerichtet sein. Sie sind von vornherein auf die Nutzungsdauer der v.a. in den 70er bis Ende der 90er Jahren ohne Beachtung der Grundwassersituation gebauten Häuser zu beschränken. Voraussetzung ist, dass bei zukünftig errichteten Häusern der höchstmögliche Grundwasserstand – gemäß Anl. 3.3 – zwingend berücksichtigt wird. Dies ist nur durch in jeder erteilten Baugenehmigung festgeschriebene strenge Auflagen zu erzielen und im Zuge der Bauabnahme zu überprüfen.

Für die Nutzungsdauer eines Hauses wird in der Immobilienwirtschaft ein Wert von rund 80 bis 100 Jahren angesetzt (Grundlage für Finanzierung und Abschreibung). Konkretere Überlegungen hierzu in Bezug auf die Grundwasserproblematik in Korschenbroich bleiben weiteren Untersuchungsschritten vorbehalten.

6.2.2.1.6 Grundwassermanagement

Bei größeren hydraulischen Maßnahmen erfordern die unterschiedlichen mit der Wasserwirtschaft befassten Stellen und Behörden sowie die verschiedenen großen Grundwassernutzer die Einrichtung einer übergeordneten Institution (z.B. Entwässerungsgenossenschaft oder Koordinierungsstelle bei einer übergeordneten Behörde, z.B. der Bezirksregierung Düsseldorf), welche die Koordination aller genehmigungsrechtlichen, organisatorischen und baulichen Maßnahmen sowie Steuerung, Betrieb und Monitoring des zu installierenden Systems übernimmt (Grundwassermanagement).

In Anlehnung an die Aufgaben z.B. der LINEG, die im LINEG-Gesetz (LINEGG) von 1990 festgeschrieben sind, könnten die Hauptaufgaben einer solchen Institution sein:

- großräumige wasserwirtschaftliche Untersuchung und Bilanzierung als Grundlage für konkrete Planungen von Wasserhaltungsmaßnahmen und wasserrechtliche Genehmigungen,
- optimierte Planung und Kontrolle der Wasserhaltung und ev. Wiedereinleitungen als wasserwirtschaftlicher und/oder ökologischer Ausgleich,
- Regelung des Grundwasserstandes,
- Planung der Wasserverwendung (Trinkwasser, Brauchwasser, Infiltrationen, Ableitung in Vorfluter),
- Regelung des Wasserabflusses und Sicherung des Hochwasserabflusses der oberirdischen Gewässer,

- Unterhaltung oberirdischer Gewässer oder Gewässerabschnitte und der mit ihnen in funktionellem Zusammenhang stehenden Anlagen,
- Beschaffung und Bereitstellung von Wasser zur Trink- und Brauchwasserversorgung im Zusammenhang mit der Regelung des Grundwasserstandes,
- Monitoring (Wasserwirtschaft, Ökologie).

Der Vorteil einer Zusammenführung von Kompetenzen in einer „Stelle“ wäre:

- Zusammenführung von Informationen und Daten zur Hydrogeologie, Wasserwirtschaft, Grundwasserständen unter Verwendung effizienter Instrumente zur Datenverwaltung (Datenbanken) und –visualisierung (z.B. Geographisches Informationssysteme)
- die komplexen hydraulischen Berechnungen erfordern den Einsatz eines Grundwasserströmungsmodelles. Auch dies wäre in einer zentralen Stelle effizient zu erstellen, zu pflegen und zu nutzen bzw. als Planungsinstrument zum Vergleich verschiedenster Lösungskombinationen einzusetzen
- vereinfachtere Planungsbedingungen

6.2.2.2 Technische Möglichkeiten und Einsatzgrenzen hydraulischer Maßnahmen

6.2.2.2.1 Übersicht zu den Verfahren der Grundwasserhaltung

Eine Grundwasserhaltung besteht darin, Grundwasser zu fassen, i.d.R. mittels Pumpen zu fördern und - ggf. nach erfolgter Behandlung - in eine Vorflut (oberirdische Gewässer, Kanalnetz oder Versickerungsanlagen) abzuleiten.

Die generellen Verfahren der Grundwasserhaltung sind in Abb. 6.10 zusammengestellt.

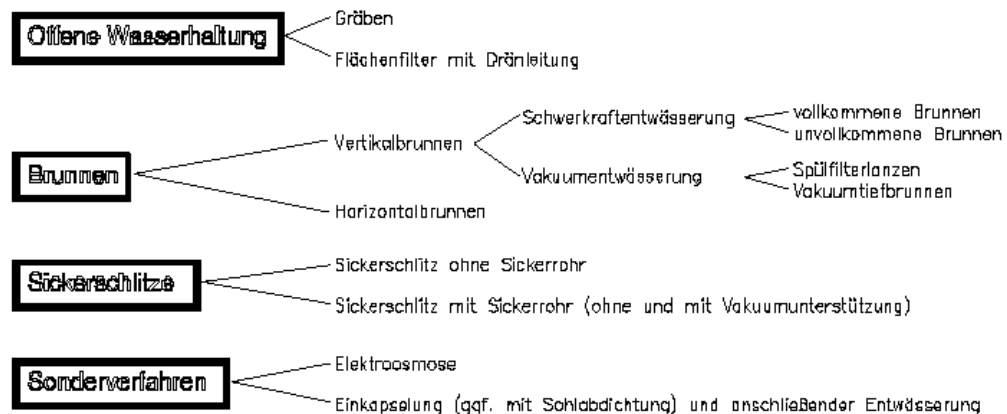


Abb. 6.10: Verfahren der Grundwasserhaltung

Die zu wählende Art der Grundwasserhaltung ist vorrangig von der Durchlässigkeit (und somit der Bodenart) abhängig (Abb. 6.11). Eine **Schwerkraftentwässerung**, bei der die Entwässerung des Bodens durch den künstlich hergestellten Unterschied zwischen Grundwasserruhepegel und abgesenktem Grundwasserspiegel im Fassungsbauwerk rein gravitativ erfolgt, ist bei Durchlässigkeitsbeiwerten von ca. $1 \cdot 10^{-5}$ (10^{-4}) bis $1 \cdot 10^{-2}$ m/s möglich. Feinkörnigere Böden mit geringeren Durchlässigkeiten sind aufgrund des dann anwachsenden Wasserbindevermögens (Adhäsion) gravitativ nur schwer entwässerbar, so dass eine Unterdruckunterstützung erforderlich wird. Diese **Vakuumentwässerung** ist bis zu Durchlässigkeiten von $K \sim 10^{-7}$ möglich.

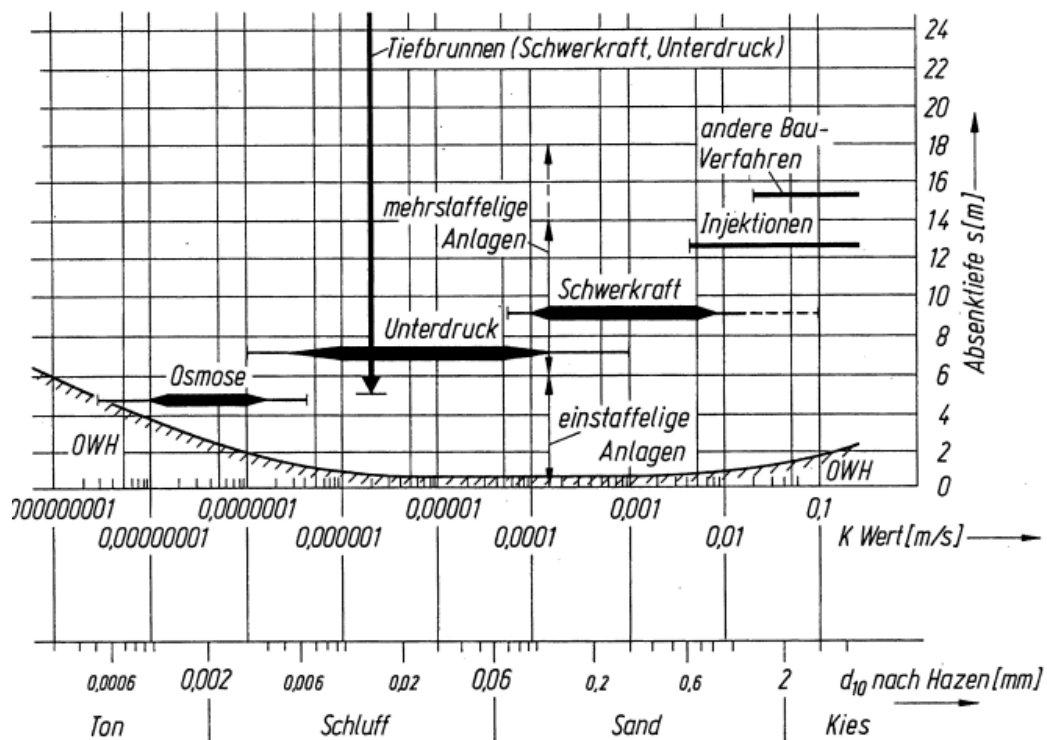


Abb. 6.11: Anwendungsbereiche von Wasserhaltungsverfahren (günstige Bereiche hervorgehoben) /L6/

Die **Sonderverfahren** werden bei Durchlässigkeiten $K < 10^{-7}$ m/s (Elektroosmose) und $K > 10^{-2}$ m/s (Einkapselung und ggf. Sohlinjektionen in Verbindung mit einer anschließenden Entwässerung) eingesetzt. Bei Böden mit Durchlässigkeiten $K > 10^{-2}$ m/s kann selbst bei Entnahme großer Wassermengen keine wesentliche Absenkung mehr erzielt werden. In diesem Fall, sowie auch bei geringeren Durchlässigkeiten zur Minimierung der Grundwasserentnahme und deren Einwirkungsbereich, wird eine Einkapselung des abzusenkenden Bereiches durch vertikale Sperrwände (Spundwand, Dichtwand, Schmalwand etc.) mit Einbindung in einen Grundwassergeringleiter oder, falls in wirtschaftlich erreichbarer Tiefe nicht vorhanden, in Verbindung mit einer Sohlabdichtung (Injektions- oder Soilcretesohlen, bei Bauwerken auch Einbau von Unterwasserbeton) eingesetzt. Aufgrund der Kosten kommt diese Maßnahme jedoch nur bei größeren Einzelbauwerken zum Einsatz und zwar bevorzugt für den Bauzustand. Das eigentliche Bauwerk ist jedoch druckwasserdicht auszuführen..

Die Vakuumentwässerung und die Sonderverfahren finden ihre Anwendung in Böden, die hier nicht vorliegen und werden daher nachfolgend nicht weiter betrachtet.

Offene Wasserhaltung

Bei der offenen Wasserhaltung wird das Grund- und Oberflächenwasser in Gräben oder Dränleitungen gefaßt und Sammelschächten zugeleitet, aus denen es abgepumpt wird.

Auch die Entwässerung durch natürliche Fließgewässer oder Entwässerungsgräben mit Anschluß an das Grundwasser kann als "offene Wasserhaltung" i.w.S. bezeichnet werden.

Entwässerungsgräben sind relativ kostengünstig herzustellen und zu unterhalten. Mit wachsender Tiefe einhergehender erhöhter Flächenbedarf und/oder hohe Grundstückspreise sowie Querungen von Verkehrswegen und Leitungen können jedoch zu erheblichen Kostensteigerungen führen. Technische Anlagen zur Hebung des Wassers sind bei einer Ableitungsmöglichkeit in freier Vorflut nicht erforderlich. Daher, und auch aufgrund ihrer guten Zugänglichkeit sind Gräben im laufenden Betrieb kostengünstig. Ihr Einsatz bleibt jedoch auf flache Absenkungen beschränkt. Aufgrund ihres Flächenbedarfes, der bei einzuhaltenden Mindestböschungsneigungen mit der Aushubtiefe zunimmt (z.B. Böschungsneigungen 1 : 2 (in Sanden einzuhalten) führen je Meter Eintiefung zu einer Verbreiterung der Gewässerparzelle von 4 m), ist ihre Einsatzmöglichkeit in Siedlungsgebieten i.d.R. nur sehr eingeschränkt möglich.

Brunnen

Das bei einer Grundwasserhaltung am häufigsten eingesetzte Element sind vertikale Brunnen. Sie eignen sich vor allem bei

- hohen Durchlässigkeiten des Grundwasserleiters,
- größeren Mächtigkeiten des Grundwasserleiters,
- großen Absenkungsbeträgen,
- Entnahme von Grundwasser aus beliebig großen Tiefen.

Bei der Grundwasserentnahme bildet sich um den Brunnen ein Absenkungstrichter, dessen Größe mit zunehmender Förderrate und damit Absenkung im Brunnen wächst. Für eine lineare oder flächenhafte Absenkung sind in der Regel mehrere Brunnen erforderlich. Durch Überlagerung der einzelnen Absenkungstrichter summieren sich an jeder beliebigen Stelle die einzelnen Absenkungsbeträge, wodurch eine großräumigere Absenkung entsteht (Abb. 6.12). Auf diese Weise kann fast jeder gewünschte Absenkungsbereich nach Ausdehnung und Tiefe grundwasserfrei gehalten werden, wobei dies durch eine geeignete Anzahl und Verteilung von Brunnen erreicht wird.

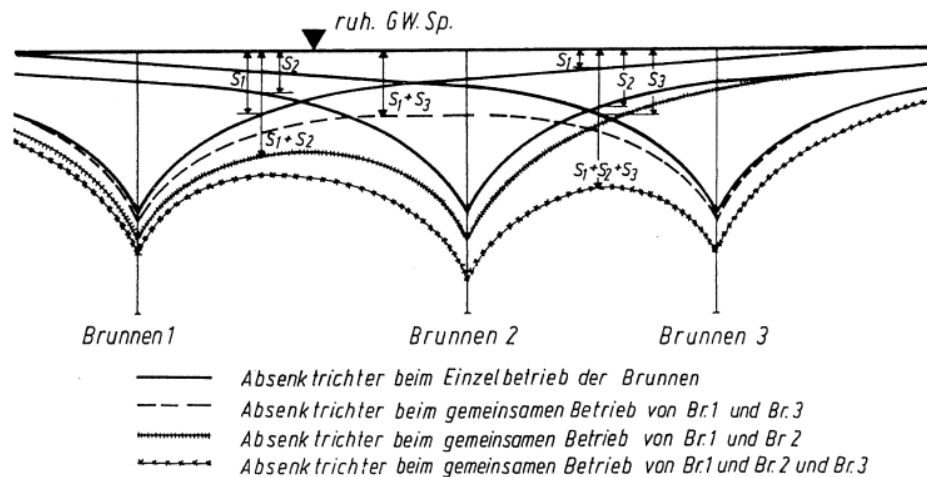


Abb. 6.12: Addition der Absenkungstrichter beim gemeinsamen Betrieb einzelner Brunnen /L6/

Um das Ziel einer definierten Absenkung zu erreichen, sind in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Bodens, der Mächtigkeit des Grundwasserleiters und der erforderlichen Absenkentiefe bestimmte Wassermengen zu fördern (Brunnengleichungen nach DUPUIT/THIEM). Generell kann das Ziel mit Hilfe vieler kleiner flacher oder wenigen Brunnen mit größerem Durchmesser und größerer Tiefe erreicht werden. Mit abnehmender Durchlässigkeit nimmt bei gleichem Absenkungsbetrag im Brunnen jedoch die Größe (und das Volumen) des Absenkungstrichters eines Brunnens ab, es sind somit zunehmend engere Brunnenabstände und damit eine größere Anzahl von Brunnen für die Erzielung einer flächenhaften Absenkung erforderlich.

Brunnen können als vertikale oder horizontale Brunnen ausgeführt sein.

Vertikalbrunnen

Im allgemeinen beträgt der Bohrdurchmesser bei vertikalen Brunnen 400 – 1.000 mm. Das Bohrloch wird im Aquifer mit Filterrohren, in den übrigen Strecken mit Aufsatzrohren ausgebaut. Zwischen Bohrlochwandung und Filterstrecke wird zur Gewährleistung einer sandfreien Förderung ein Filterkies bzw. -sand geschüttet, dessen Körnung auf die des umgebenden Bodens filterstabil bemessen sein muss. Insbesondere bei feinkörnigen Abschnitten im Bodenprofil ist i.d.R. eine mehrfach gestufte Filterkies-schüttung erforderlich.

Vertikalbrunnen können vollkommen (Verfilterung über die gesamte Aquifermächtigkeit) oder unvollkommen ausgeführt sein. Bei unvollkommenen Brunnen treten zur Brunnensohle hin starke Anströmgeschwindigkeiten auf, die leicht Ursache für eine Versandung sein können. Bei den vorliegenden Aquifermächtigkeiten von ca. 10 bis 30 m sind daher generell nur vollkommene Brunnen einzusetzen. Dies auch aufgrund der hier örtlich vorliegenden Zunahme der Durchlässigkeit mit der Tiefe.

Die Wasserförderung erfolgt i.d.R. durch eine in jedem Brunnen zu installierende Tauchmotorpumpe. Bei Förderhöhen bis zu ca. 6 m können auch oberirdisch stehende Saugpumpen eingesetzt werden, wobei mehrere Brunnen über eine Saugleitung angeschlossen werden können.

Horizontalbrunnen

Bei Horizontalbrunnen gehen von einem Schacht (Durchmesser ca. 3 bis 6 m) ausgehend strahlenförmig horizontale Filterrohrstränge in den Grundwasserleiter ab. Die Filterstranglängen betragen je ca. 40 bis 60 m, die Durchmesser DN 150 bis DN 300. Die Hebung des Grundwassers erfolgt meist mit einer in den Schacht eingehängten Tauchmotorpumpe. Die in der Herstellung sehr teuren Brunnen können aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit wirtschaftlich nur bei Erschließung größerer Wassermengen ($> 100 \text{ l/s}$) und damit nur in stark durchlässigen Grundwasserleitern sowie bis in Tiefen von ca. 30 m eingesetzt werden. Ein weiterer Vorteil, neben der hohen Ergiebigkeit, ist, dass aufgrund mehrerer Fassungsstränge eine große Filtereintrittsfläche zur Verfügung steht und damit die Eintrittsgeschwindigkeit niedrig gehalten werden kann, wodurch das Verockerungsrisiko reduziert wird. Nachteile sind neben den sehr hohen Kosten bei Betriebsstörungen großflächige Auswirkungen (durch Einsatz weniger Brunnen), sowie in vertikal heterogenen Grundwasserleitern – wie hier vorliegend – u.U. geringere Ergiebigkeit als Vertikalbrunnen. Von Nachteil ist ebenfalls, dass keine mehrfach abgestuften Filterkiese – wie z.B. in Feinsanden erforderlich – eingesetzt werden können.

Sickerschlitz

Bei Sickerschlitz (auch Sickerrohrleitungen) werden Sickerrohre in Gräben mit schwachem Gefälle in einer gegenüber dem anstehenden Boden filterstabilen Filterkiespackung (ggf. mehrstufig) verlegt. Das gefasste Wasser wird in freiem Gefälle Sammelschächten zugeführt und mittels Tauchmotorpumpen gehoben, oder aber, wenn es die Vorflutverhältnisse gestatten, ohne Zwischenschaltung von Pumpen direkt entwässert. Das hierbei einzuhaltende Mindestgefälle beträgt $i_{so} \geq 0,15 \text{ ‰}$. Mit zunehmendem Gefälle erhöht sich die hydraulische Leistung des Systems. Bei geringem realisierbaren Gefälle ist das Fassungsvermögen eines Sickerschlitzes bei Entwässerung in freier Vorflut sehr begrenzt. In der Wasserwirtschaft übliche Sickerrohrdurchmesser sind DN 200 bis 800. Ein wirtschaftlicher Bau ist im Lockergestein bis in Tiefen von max. ca. 6 m möglich.

Der Zulauf zu Sickerschlitz oder auch Dränungen und offenen Gräben lässt sich analog zum Vertikalbrunnen nach bekannten Formeln (u.a. DUPUIT/THIEM oder CHAPMAN) bestimmen. Dies gilt sowohl für unvollkommene wie vollkommene Sickerschlitz mit einseitiger oder auch zweiseitiger Anströmung bei Einzelschlitz wie auch parallelen Sickerschlitz (Abb. 6.13).

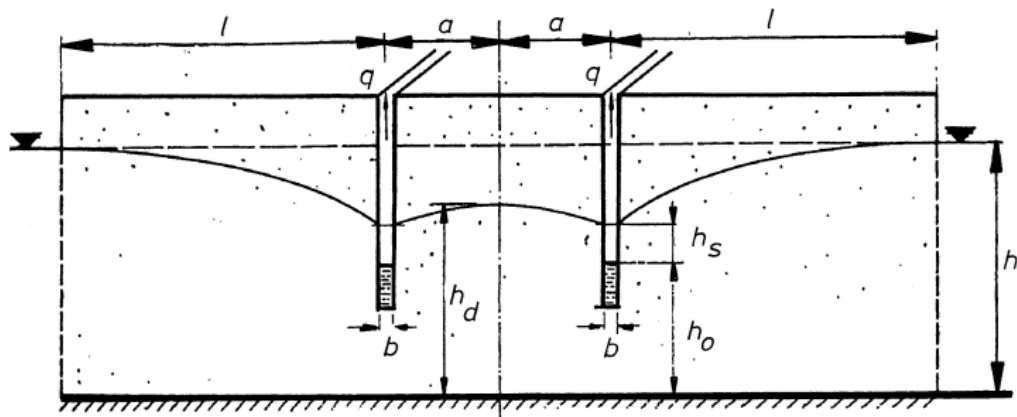


Abb. 6.13: Wirkung zweier paralleler Sickerschlitze auf den Grundwasserspiegel

Sickerschlitze ohne Sickerrohr kommen aufgrund ihrer geringen hydraulischen Leistungsfähigkeit hier nicht in Betracht.

Horizontale, gravitativ wirkende Sickerschlitze sind in der Praxis geeignet für Grundwasserabsenkungen, die dauerhaft betrieben werden sollen. Sie bieten sich insbesondere bei flachen und/oder linienförmigen Absenkungen und dort an, wo eine Absenkung wegen schwankender Wasserstände nur zeitweise erforderlich ist. Das an den Tiefpunkten in Schächten gesammelte Wasser wird abgepumpt und fortgeleitet. Die mögliche Einsatztiefe ist jedoch aus wirtschaftlichen und technischen Gründen begrenzt (s.o.).

6.2.2.2 Geeignete Entwässerungsanlagen für das Projektgebiet

Geeignete Systeme zur Grundwasserabsenkung im Stadtgebiet Korschenbroich sind vor dem Hintergrund der gegebenen Randbedingungen bzw. Anforderungen zu beurteilen. Diese sind:

- hohe Durchlässigkeiten von i.d.R. $K \geq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$,
- relativ große Aquifermächtigkeiten (ca. 10 bis 30 m),
- relativ geringe Absenkungsbeträge,
- örtlich nur temporärer Einsatz (bei hohen Grundwasserständen),
- Verockerungsgefahr für Entwässerungseinrichtungen,
- Langzeitbetrieb mit dauerhaft sicherer Funktion.

Grundsätzlich geeignet sind folgende Verfahren:

- "offene Wasserhaltung" mittels Gräben bzw. Bächen mit vertiefter Sohlage,
- Sickerschlitze mit Sickerrohr,

- Vollkommene Vertikalbrunnen,
- in Ausnahmefällen, wegen der hohen Herstellungskosten, Horizontalbrunnen.

Die Eignung hinsichtlich der gegebenen Randbedingungen wird in Abschn. 6.2.2.3 behandelt.

Denkbar und sinnvoll sind je nach örtlichen Gegebenheiten und Erfordernissen auch Kombinationen von unterschiedlichen Entwässerungsverfahren, z.B. in Teilabschnitten ein „offener Graben“ (z.B. dort, wo bei einem vorhandenen Fließgewässer genügend Gefälle für Sohlvertiefungen vorhanden ist), in anderen Bereichen mit nicht dauerhaft erforderlicher Grundwasserabsenkung Vertikalbrunnen, die nur bei hohen Grundwasserständen in Betrieb zu nehmen sind.

6.2.2.2.3 Steuerung von Brunnen

Eine Steuerung (In- und Außerbetriebnahme) von nicht dauerhaft zu betreibenden Brunnen erfolgt in Abhängigkeit der Über-/Unterschreitung festzulegender Grundwasserstände an ausgewählten Grundwassermessstellen, die u.a. nahe besonders empfindlicher Objekte liegen oder im Brunnen selbst. Der festzulegende Referenzwasserstand für die Inbetriebnahme hat v.a. bei größeren Abständen des Steuer- vom Pumpbrunnen die Trägheit des Systems zu berücksichtigen, d.h. die Vorlaufzeit, die erforderlich ist, einen Absenkungstrichter zu erzeugen im Verhältnis zu einem Zeitraum, in dem ein ungünstiger Grundwasseranstieg möglich ist. Nach Auswertung von Langzeitganglinien ist hier ein Grundwasseranstieg von z.B. bis zu rund 0,5 m in 4 Wochen möglich. Die Inbetriebnahme eines Brunnens nach Überschreiten des Referenzwasserstandes muss dann unabhängig davon erfolgen, ob der weitere Grundwasseranstieg gebäudekritisch ist oder nicht.

Die Steuerung von Brunnen (Ein-/Auschaltvorgang) kann automatisch über Steuerelektroden erfolgen, die in Steuerbrunnen oder (bei Absenkungen für Einzelobjekte) auch in den Brunnen direkt eingehängt sind (Abb. 6.14).

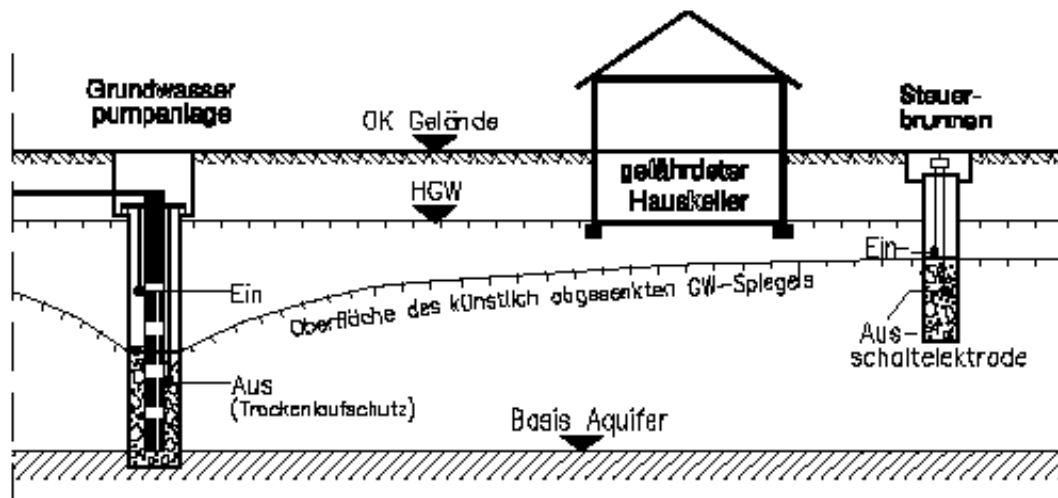


Abb. 6.14: Schematische Darstellung der Steuerung einer Grundwasserabsenkung

Eine Steuerung der Pumpe ist auch über einen Frequenzumformer möglich. Hierzu ist neben der im Steuerschrank installierten Steuereinheit eine in den Brunnen oder einer Messstelle eingehängte Drucksonde (zur Messung des Grundwasserstands) erforderlich. Mit diesem System kann ein vorzugebender Grundwasserstand im Brunnen durch eine Anpassung der Förderrate konstant gehalten werden. Ein frequenzgesteuerter Brunnen kann über einen vorgegebenen Grundwasserstand, über eine vorgegebene Förderrate (gemessen an einem IDM) oder aber mit Hilfe einer Datenfernübertragung (DFÜ) z.B. mit einem PC ferngesteuert werden. Den vergleichsweise etwas höheren Kosten der Frequenzsteuerung und Drucksonde gegenüber Steuerelektroden stehen eine Reihe von Vorteilen gegenüber: Der Betrieb des Brunnens erfolgt gleichmäßiger und damit für die Pumpen schonender (weniger Ein-/Ausschaltvorgänge), die Förderrate und damit die abzuleitende Wassermenge wird vergleichmäßig, geringerer Energieverbrauch durch geringeren Druck in den Ableitungen bei kleineren Förderraten.

Der Brunnenbetrieb ist mittels DFÜ-Verbindung zu kontrollieren, um im Falle von Störungen kurzfristig reagieren zu können. Bei einer großen hydraulischen Lösung mit einer Vielzahl von Brunnen ist u.U. eine ständig besetzte Leitwarte vorzusehen, in der alle Daten zentral zusammenlaufen.

6.2.2.3 Projektbezogene Einsatzmöglichkeiten und –grenzen

6.2.2.3.1 Objektbezogene Brunnen

Generell ist eine objektbezogene Wasserhaltung für betroffene Gebäude mit hauseigenen (flachen) Brunnen denkbar. Aus Abb. 6.15 wird aber ersichtlich, dass die bei einer Wasserhaltung zu entnehmende Grundwassermenge linear mit dem Absenkungsbetrag anwächst. Bei einer Absenkung für ein Einzelhaus (Abmessung 8 * 10 m) von 0,2 m fällt bei dem gegebenen Grundwasserleiter ($K = 1,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, $H = 25$ m) bereits eine Wassermenge von 35 m³/h an, bei einer Absenkung um 1 m von 140 m³/h. Bei einer Förderung mit Brunnen zweier benachbart gelegener Häuser (Abstand 10 m) beträgt die Menge für eine Absenkung von 1 m 175 m³/h (87,5 m³/h je Haus), bei 9 in einer Reihe gelegener Häuser 290 m³/h (32 m³/h je Haus). Die Reduzierung der Menge je Haus bei benachbart gelegenen Einzelwasserhaltungen beruht auf der Überlagerung der Absenkungstrichter. Eine verdichtete Bauweise bedingt eine weitere Reduzierung der Mengen je Einzelobjekt.

Ein „Hausbrunnen“ müsste bei einer Eintauchtiefe in das Grundwasser von 10 m und einer Fördermenge von 50 m³/h mit einem Ausbaudurchmesser mindestens DN 150 und einen Bohrdurchmesser > 320 mm angelegt werden. Bei einer Förderleistung von 100 m³/h liegen diese Werte bei DN 250, Bohrdurchmesser > 420 mm. Die Kosten für einen o.g. 50 m³-Brunnen können grob mit DM 20.000 bis 25.000,-- abgeschätzt werden (Brunnen, Pumpe, Brunnenkopf, Wasseruhr). Hinzu kommen Kosten für Ableitungen und Stromanschlüsse / Schaltkasten. Als Betriebskosten würden Kosten für Strom, Wartung und Regenerierung sowie Einleitungsgebühren anfallen. Für die Pumpe ist ca. alle 20 Jahre mit einer Substitution zu rechnen.

Eine Wasserhaltung in gut durchlässigen Böden ist damit über wenige Großbrunnen wirtschaftlicher als eine Absenkung mit vielen kleinen hauseigenen Brunnen (geringere Investitionskosten für Brunnen und Ableitungen, geringere Betriebskosten (Strom, Wartung, Regenerierung (Verockerungsgefahr!)). Weitere Nachteile des Einsatzes hauseigener Brunnen sind:

- Wegen Sicherheitsbedenken des Hausbesitzers sind möglicherweise höhere Entnahmen und längere Pumpzeiten als erforderlich zu erwarten, bei einer Vielzahl von Einzelbrunnen resultiert daraus ein unnötig starker wasserwirtschaftlicher Eingriff.
- Problematik der Steuerung (Koordination bei vielen Einzelbrunnen).
- Je nach Absenkziel und Objektgröße ist bei einer Wasserhaltung für ein Einzelobjekt ein Brunnen nicht ausreichend.
- Problematik der Ableitung (das Kanalnetz kommt bei größeren Mengen – bei vielen Hausanschlüssen - nicht in Betracht, ein separates Leitungsnetz ist sehr teuer).

- Gefahr der Versandung von flachen (unvollkommenen) Brunnen aufgrund hoher Anströmgeschwindigkeiten.

Wasserhaltungen mit hauseigenen Brunnen als Lösungsansatz kommen daher nur in Gebieten mit punktuell betroffenen Gebäuden, bei nur seltener Erfordernis einer Absenkung (Kappen von Hochwasserspitzen) und bei geringen Absenkungsbeträgen in Betracht und müssen in einem übergeordneten Bewirtschaftungsplan integriert sein.

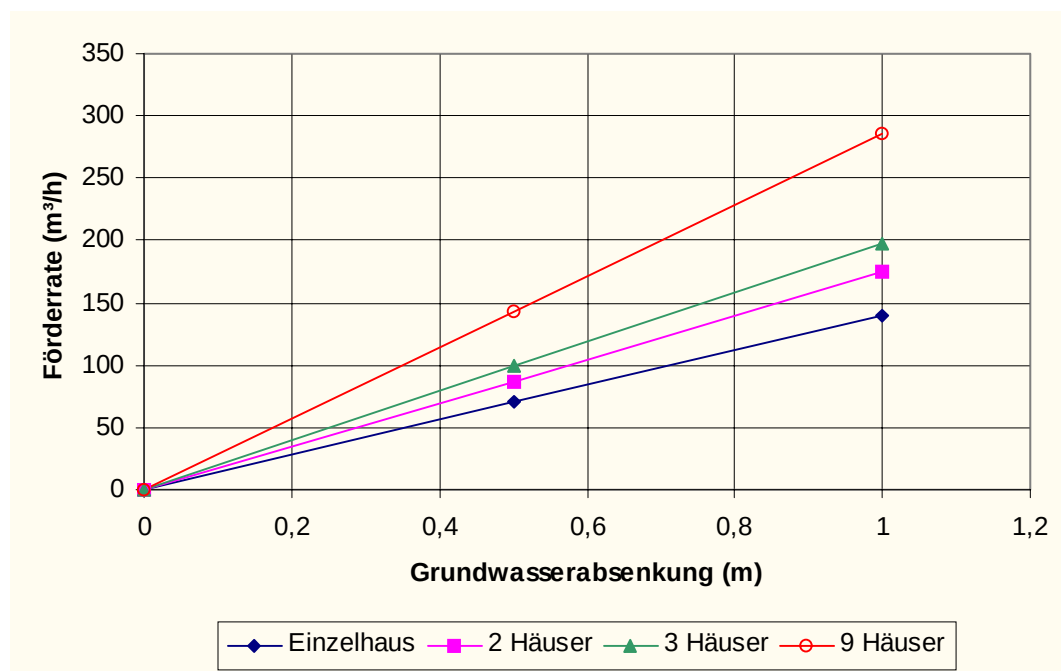


Abb. 6.15: Grundwasserabsenkung und Förderraten bei der Wasserhaltung mit Einzelbrunnen bei in einer Reihe nebeneinander gelegener Häuser (Abstände 10 m)

6.2.2.3.2 Bauwerksdränung

Diese hydraulische Maßnahme gehört eigentlich zu den bauwerksbezogenen Maßnahmen, weil sie im Hausbau mit zu den üblichen Einrichtungen zählt und in der DIN 4095 standardisiert ist. Hierbei wird um das gesamte Bauwerk in einem herzustellenden Graben eine mit Gefälle versehene Ringdränage in einem Entwässerungsniveau unterhalb der UK Bodenplatte verlegt und mit Kies ummantelt. Im Tiefpunkt werden die Dränwässer in einem Pumpensumpf gefasst, gehoben und abgeleitet. Die nachträgliche Herstellung einer Flächendränage unter der Bodenplatte ist ausgeschlossen, sodass eine Befeuchtung der Plattenunterkante direkt, oder – im Falle einer nicht vorhandenen kapillarbrechenden

Schicht – indirekt möglich ist. Gleichzeitig ist eine Abdichtung der freigelegten Kellerwände mit Bitumenbahnen sinnvoll.

Mit einer solchen Maßnahme wären aufgrund des in den Terrassensedimenten starken Wasserandrangs jedoch lediglich gebäudeschädliche Grundwasseranstiege von wenigen Dezimetern zu beherrschen (s. Abschn. 6.2.2.3.1).

Die Nutzung einer vorhandenen oder nachträglich hergestellten Dränage ist, analog den Ausführungen in Abschn. 6.2.2.3.1, nur dort sinnvoll und vertretbar, wo mit geringer Häufigkeit zeitlich begrenzt Hochwasserspitzen im Bereich weniger Dezimeter zu kappen sind. Aufgrund der Problematik der Ableitung der Wässer kann sie auch nur dort empfohlen werden, wo die Anzahl solcher Häuser je Flächeneinheit gering ist.

6.2.2.3.3 Einbeziehung der Wassergewinnungsanlagen

Der Betrieb der vorhandenen Wasserwerke der NVV und der Kreiswerke Grevenbroich wirkt sich nur relativ eingeschränkt auf die Grundwassersituation in Korschenbroich und Kaarst aus. Dies aufgrund der Förderung in Höhe des Dargebotes, bei der im langjährigen Mittel eine Absenkung nur im vergleichsweise kleinen Absenkungstrichter vorliegt und eine Absenkung $> 0,5$ m lediglich bis zu einer Entfernung von einigen hundert Metern von den Brunnen erfolgt (vgl. Abschn. 6.2.2.1.1). In mehreren aufeinanderfolgenden nassen Jahren wäre ein Grundwasseranstieg über die Spitzenniveaus der 90er Jahre hinaus dennoch möglich. Hierdurch wird keine auch nur annähernd ausreichende Lösung für das Stadtgebiet selbst erzielt. Durch Veränderungen in der Anordnung und im Betrieb von Brunnen können die Auswirkungen auf die Grundwasseroberfläche in einigen betroffenen Ortslagen zwar günstig beeinflusst werden, jedoch auch dann nur einen begrenzten Beitrag zur Grundwasserproblematik leisten. Als Einschränkung für die Wirksamkeit ist hierbei auch die erforderliche Lage der Brunnen außerorts (in der Schutzzone II ist keine Bebauung zulässig) zu nennen. Eine Entnahme aus einem Brunnen von z.B. $200 \text{ m}^3/\text{h}$ bedeutet bei den gegebenen hydrogeologischen Randbedingungen einen einzuhaltenden Abstand zur Bebauung von rund 130 m. Bei einer solchen Lösung läge das Absenkungszentrum dort, wo es nicht gebraucht wird; die Bebauung hingegen liegt am Rand des Absenkungstrichters.

Bei einer Einbeziehung der Wasserwerke kämen folgende Maßnahmen aber grundsätzlich in Betracht:

- Verlagerung der Förderschwerpunkte eines Wasserwerkes innerhalb des vorhandenen Wasserrechtes ohne oder mit zusätzlichen Brunnen nahe betroffener Ortslagen, dafür Zurückfahren der Förderung in anderen Brunnen, sofern dadurch dort im Umfeld keine negativen Beeinträchtigungen eintreten würden. Die Wirksamkeit einer Brunnenverlagerung einschränkend ist jedoch die Erforder-

nis, dass die Schutzzone II (50-Tage-Linie) jeder Fördereinrichtung außerhalb der Bebauung liegen muß (s.o.).

Bei neuen Brunnenstandorten ist neben der Untersuchung zu Fragen der Grundwasserqualität (Eignung als Trinkwasser) insbesondere die Ausweisbarkeit von Schutzzeiten zu prüfen. So wären z.B. vorhandene Gewerbegebiete in einer Zone IIIA (bis 2 km oberstromig der Fassung) problematisch.

Bei der Anlage von Brunnen an neuen Standorten sind die damit verbundenen Nutzungseinschränkungen im Umfeld zu berücksichtigen, hier insbesondere die in der Schutzzone IIIA. Die Stadtentwicklung wäre hinsichtlich der Neuausweisung von Bau- oder Gewerbegebieten stark eingeschränkt.

Weiterhin ist eine möglicherweise veränderte Lage des Einzugsgebietes des gesamten WW zu beachten.

Bei Verlagerung von Brunnen in die Nähe von Ortslagen (und Altlastenverdachtsflächen) ist zur Früherkennung von GW-Qualitätsbeeinträchtigungen ein dichtes Grundwassermessstellennetz zur Emittenten- und Vorfeldüberwachung zu installieren.

- Umverteilung der Förderung innerhalb der Wasserwerke eines Versorgungsunternehmens mit Erhöhung der Förderung in zur „Wasserhaltung“ geeigneten Wasserwerken bis in Höhe des Jahresentnahmerechtes, dafür entsprechende Rücknahme in anderen Wasserwerken (die Unschädlichkeit dort vorausgesetzt).
- Bei hohen Grundwasserständen temporär eine Entnahme an geeigneten Brunnen bis in Höhe des Tagesrechtes unter Einhaltung der erlaubten Jahresmenge (ggf. Ableitung des dabei nicht benötigten Wassers in die Vorflut).
- Erhöhung der Förderung über das bestehende Wasserrecht und über das Dargebot hinaus (mit einer Entnahme aus dem Vorrat mit der Folge (hier wünschenswerter) sinkender Grundwasserstände). Dieses Vorgehen ist genehmigungsrechtlich schwierig, da es im Widerspruch zum WHG bzw. LWG NRW steht. Inwieweit hier Ausnahmen unter besonderer Würdigung der Verhältnisse in Korschenbroich möglich sind, ist politisch zu entscheiden. Ohne Überschreitung des Dargebotes durch Grundwasserentnahme ist das Problem Korschenbroich hydraulisch nicht zu lösen, es würde damit zwangsläufig eine Favorisierung bautechnischer Maßnahmen einhergehen.

O.g. Maßnahmen erfordern hohe Investitionen für Brunnen, Transportleitungen, ggf. Aufbereitungsanlagen und Grundwassermessstellen. Die Investitionskosten sind deutlich höher als bei reinen Wasserhaltungsbrunnen. Die Betriebskosten hingegen werden i.d.R. durch den Wasserverkaufspreis gedeckt.

Eine zunächst angedachte Einbeziehung des WW Lodshof/Waldhütte in die Maßnahmen (die Außerbetriebnahme ist zum 1.6.2001 geplant) mit einer Verlegung von Brunnenstandorten des WW Lodshof südlich von Raderbroich wurde aus o.g. Gründen verworfen und nicht weiter verfolgt. Dabei spielte insbesondere auch die Lage des Gewerbegebietes im Norden von Korschenbroich in der Schutzzone IIIA eine ausschließende Rolle.

6.2.2.3.4 Grundwasserabsenkung durch vorhandene Fließgewässer

Grundsätzlich kann die Grundwasseroberfläche durch Fließgewässer großräumig abgesenkt werden. Dies wäre über Sohlvertiefungen von vorhandenen Fließgewässern und/oder ein System von neuen

Entwässerungsgräben möglich. Gegenüber Brunnen läßt sich der Vorteil geringerer Betriebs- und Wartungskosten anführen. Die im Stadtgebiet vorhandenen „größeren“ Fließgewässer verlaufen zu- meist durch Ortschaften. Diese grundsätzlich günstige Gegebenheit (in den Auenbereichen besteht der stärkste „Absenkungsbedarf“) kann hier aber nicht genutzt werden, da aufgrund beengter Platzverhält- nisse, fehlender Wirtschaftswege, unmittelbar angrenzender privater Grundstücke und überwiegend steiler Böschungen eine Vertiefung innerorts zumeist nicht möglich ist (z.B. in Sanden einzuhaltende Böschungsneigungen von 1 : 2 führen je Meter Eintiefung zu einer Verbreiterung der Gewässerparzelle von 4 m). Dies betrifft den Jüchener Bach in Kleinenbroich und Glehn, den Kommerbach, den Fluit- bach sowie den Herzbroicher/Neersbroicher Graben. Eine Verwendung dieser Gewässer für eine planmäßige Grundwasserabsenkung kommt daher hier nicht in Betracht. Weiterhin wäre auch die Vorflut bei den erforderlichen Grabentiefen – mit Ausnahme vom Jüchener Bach und Kommerbach - nicht gegeben.

Tab. 6.2: Daten von Fließgewässern im Stadtgebiet

Gewässer	Sohlhöhe an Einmündung	Länge	Sohlgefälle i		Abflussleistung
			Station (km)	i (‰)	
	m ü. NN	m			m³/s
Trietbach	34,19	k.A.	0,1 – 2,7	0,47	k.A.
Herzbroicher/Neersbroicher Graben	36,72	6.583	0 – 6,583	1,22	0,5 / 0,3
Fluitbach	36,76	3.794	0 – 3,794	0,87	k.A.
Pescher Graben (in Pesch)	39,24	2.790	0,3 – 2,79	0,88	k.A.
Jüchener Bach	35,49	9.300 *	0,03 – 9,3	1,2	ca. 4
Kommerbach	42,44	4.700 *	0 – 4,5	2,61	0,8

* bis Stadtgrenze Korschenbroich

Mit den vorhandenen Fließgewässern sind hier allenfalls begrenzte hydraulische Wirkungen zu erzie- len. Sie sind jedoch als reine Ableitungssysteme für mittels Brunnen gehobener Grundwässer nutzbar. Hinsichtlich dieser Möglichkeit ist jedoch eine nach erfolgtem Wiederanstieg der dztg. sumpfungsbe- dingt abgesenkten Grundwasseroberfläche erhöhte Wasserführung (Wiedererlangung der Vorflutfunk- tion für das Grundwasser; grundwasserbürtiger Abfluss) der dztg. z.T. trockenen Fließgewässer zu berücksichtigen. Weiterhin ist v.a. der Jüchener Bach bei Hochwasser schon jetzt überlastet.

In Anh. 3 sind Längsschnitte der wesentlichen Fließgewässer im Projektgebiet zusammengestellt. Nachfolgend werden generelle Möglichkeiten für die einzelnen Gewässer aufgezeigt.

Jüchener Bach:

Der Jüchener Bach (Zuständigkeit: Erftverband) ist der einzige Bach mit für eine Sohlvertiefung ausreichendem Höhenpotenzial. Der in 1979 ausgebaute Jüchener Bach wird vor dessen Einmündung in den Nordkanal nach Passage eines Absetzbeckens über eine ca. 30 – 40 cm hohe Schwelle geführt. Um etwa dieses Maß wäre unter Wahrung der natürlichen Vorflutverhältnisse eine Tieferlegung der Sohle möglich. Hinzu käme ein Maß von einigen Dezimetern bei einer Entschlammung der Sohle des Nordkanals. Bei einer möglichen Verflachung des mittleren Sohlgefälles auf ca. 0,5 ‰ könnten mit einer Sohlvertiefung die besonders betroffenen Ortschaften Kleinenbroich (große Anzahl betroffener Häuser, Ortsausdehnung entlang des Baches) sowie Glehn entlastet werden. Der Nordkanal ist nach Auskunft des StUA Krefeld in der Lage, die dtzg. Bemessungshochwassermenge des Jüchener Baches in Höhe von ca. 4 m³/sec sicher aufzunehmen.

Eine Sohlvertiefung in Kleinenbroich ist technisch bereichsweise jedoch nur sehr schwer bzw. nicht möglich. Zum einen ist die Zugänglichkeit in weiten Abschnitten nicht gegeben, da dort Privatgrundstücke direkt an das Ufer grenzen, zum anderen sind die Brückenhöhen für den Einsatz von Baumaschinen zu gering. Weiterhin ist eine Vertiefung über Abböschungen über weite Strecken nicht möglich, da schon die dtzg. Böschungen steil ausgeführt sind in Verbindung mit den begrenzten Platzverhältnissen. Alternative Lösungen wie Versteilung der Böschungen durch Abspundungen (im unteren Profil perforiert) oder ein in Längsachse unter dem Jüchener Bach geführter Sickerschlitz erscheinen aufgrund der fehlenden Zugänglichkeit nicht ausführbar.

Nordkanal:

Der Nordkanal liegt in der Zuständigkeit des Nordkanalverbandes. Eine Tieferlegung der Kanalsohle zur Schaffung einer großräumigen Vorflut wäre theoretisch aufgrund der Höhenentwicklung (s. Anh. 3.1) bis zum Neusser Hafen um mindestens 2 m möglich. Praktisch scheidet diese auch finanziell sehr aufwendige Maßnahme aus einer Vielzahl von Gründen aus:

- beengte Platzverhältnisse,
- durch eine infolge der Sohlvertiefung aus Kaarster Sicht sinnvolle Absenkung der Grundwasseroberfläche (für Korschenbroich würden sich aufgrund der großen Entfernungen von Ortslagen zum Kanal keine größeren Vorteile ergeben) würden die entlang des Nordkanals weitflächig vorhandenen Torflagen /K4/ (s. Anl. 7) entwässert. Die hierdurch bedingten Bodensenkungen können zu Bauwerksschäden führen.
- angrenzende Feuchtgebiete (z.B. NSG Pferdsbroich) wären in ihrem Bestand gefährdet

- die Schaffung einer Vorflut greift in vorhandene Wasserrechte ein. Die Einzugsgebiete der Wasserwerke Krefeld II, Fellerhöfe und Darderhöfe, die von Norden her bis auf Korschenbroicher Gebiet reichen würden verkleinert. Das Einzugsgebiet des WW Driesch würde durch Verschiebung der Unteren Kulmination nach Süden etwas verkleinert.
- sinnvolle Vertiefungen von > 1 m sind zumindest in bebauten Gebieten nur mit Spundwänden oder gleichwertigen Maßnahmen machbar. Da der Nordkanal ein Bodendenkmal ist, für den das sichtbare Profil zu erhalten ist (Auskunft StUA Krefeld), ergibt sich hieraus ein zusätzlicher Konflikt,
- der Nordkanal wird von Leitungen unterquert, die nur einige Dezimeter unter Kanalsohle liegen (Auskunft StUA Krefeld),
- die Auswirkungen eines Rheinhochwassers (Rückstau) sind zu berücksichtigen. Dztg. wird ab einem Rheinhochwasser am Pegel Düsseldorf von 9 m der Nordkanal zur Obererft abgeschottet. Bei einer Erhöhung der Wasserführung wären die Wässer im Falle eines Rheinhochwassers aufgrund der hohen Wassermengen dann zur Vermeidung schädlicher Rückstau über ein gesondertes Pumpwerk mit entsprechendem technisch/finanziellem Aufwand in den Rhein überzupumpen. Da sich der Rückstau schon jetzt schädlich in Neuss und Kaarst auswirkt (Rückstau in Kanalisation, dadurch einzelne Keller vernässt), wäre mit einem Pumpwerk auch diesen beiden Städten geholfen.

Eine im Grundwasser-Hearing der Stadt Kaarst (30.1.2001) angeregte Verbindung des Nordkanals zur Niers mit einer Sohlvertiefung ab der Stadtgrenze Kaarst/Neuss zur Entlastung der tief gelegenen Bebauung in Kaarst ist aufgrund der Gefälleverhältnisse nicht möglich (s. Abb. 6.16). Die Höhendifferenz der dztg. Kanalsohle auf Höhe der östlichen Stadtgrenze zur Nierssohle (Höhe Eisenbahnbrücke Mönchengladbach-Krefeld) beträgt nur 1 cm. Bei einem zur Schaffung einer wirksamen Vorflut erforderlichen Mindestgefälle von $> 0,1$ ‰ würde die Sohle des verlängerten Nordkanals 1,2 m unter dem Sohlniveau der Niers liegen. Bei einer solchen Lösung wäre ein Polderung und ein Überpumpen der Wässer in die Niers erforderlich. Eine Abführung von Wässern aus hydraulischen Maßnahmen in Korschenbroich wäre hingegen ab dem Zulauf des Jüchener Baches in freier Vorflut zur Niers (Höhendifferenz 0,76 m; theoret. mittleres Sohlgefälle = 0,13 ‰) möglich. Der über den Nordkanal hinaus zur Niers zu errichtende Graben hätte eine Länge von rund 2 km. Die Aufnahmekapazität der Niers wäre noch zu überprüfen. Die oben aufgeführten schädlichen Auswirkungen einer Vertiefung des Nordkanals betreffen auch diese Lösung.

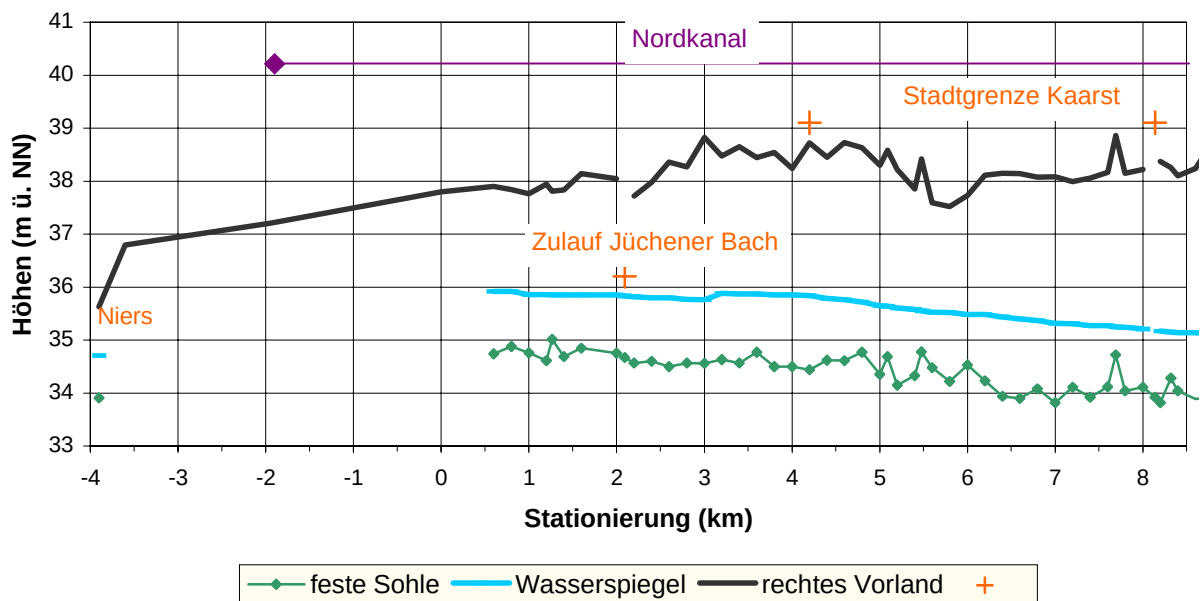


Abb. 6.16: Längsprofil Nordkanal mit Verlängerung bis zur Niers auf Höhe Eisenbahnbrücke Bhf. Neersen

Niers:

Eine Vertiefung der Sohle der Niers als Maßnahme zur Absenkung der Grundwasseroberfläche in Korschenbroich kommt nicht in Betracht: Zum einen wären die Auswirkungen auf Korschenbroich gering, zum anderen stünde dies im Widerspruch zu der abschnittsweise geplanten Renaturierung (Niersauenkonzept) sowie den Interessen der Stadt Mönchengladbach.

Die Niers könnte jedoch als Vorflut für in Korschenbroich gehobene Grundwässer genutzt werden. Nach Auskunft des Niersverbandes stünde hierfür eine Kapazität von ca. 1 m³/sec (dies entspricht einer Aufhöhung des Wasserstandes um ca. 10 cm) zur Verfügung. Da die Niers nach Angabe des StUA Krefeld bei Hochwasser über keine Reserven mehr verfügt, wären an den zuleitenden Gewässern Rückhaltebecken vorzusehen.

Eine für Unterlieger evtl. schädliche Aufhöhung des Wasserstandes der Niers infolge einer Einleitung von Wässern aus hydraulischen Maßnahmen wäre durch eine geringe Sohlvertiefung der Niers in kritischen Abschnitten, ggf. auch durch eine intensivere Gewässerunterhaltung vermeidbar. Hierüber sind jedoch noch gesonderte Untersuchungen erforderlich.

Eine Verschlechterung der Grundwassersituation in Korschenbroich könnte aus der Umsetzung des Niersauenkonzeptes resultieren. Mit dem bisher als Entwurf vorliegenden Niersauenkonzept sollen zwei Ziele erreicht werden: zum einen die Renaturierung der Niers selbst, zum anderen örtlich die

Wiedervernässung angrenzender Flächen. Für Korschenbroich hätte insbesondere die angedachte Rückverlagerung der Niers in das alte Bett in dem Abschnitt zwischen dem Schloß Rheydt und der L 361 negative Auswirkungen: Hierbei würde das Niersbett um bis zu einen Meter angehoben und teilweise nach Osten auf Korschenbroicher Gebiet verlagert (Angabe Niersverband). In der Folge wäre eine Anhebung der Grundwasseroberfläche zu erwarten mit einer Auswirkung höchstwahrscheinlich bis Neersbroich und dem westlichen Stadtgebiet von Korschenbroich. Insbesondere in Neersbroich liegen schon jetzt geringe Flurabstände vor, sodass an dieser Stelle eine Verschlechterung der Situation zu erwarten ist.

Aufgrund der in Korschenbroich ohnehin geringen Flurabstände ist ein Umbau der Niers mit einer Anhebung der Sohle entlang der Stadtgrenze unbedingt zu vermeiden.

Trietbach:

Der Trietbach ist seit dem 1.1.2001 in der Zuständigkeit des Niersverbandes. Er könnte zur Abführung von Wässern aus hydraulischen Maßnahmen zur Niers genutzt werden. Voraussetzung ist eine Ertüchtigung des Gewässerbettes. Vor Einmündung in die Niers wäre ein Rückhaltebecken vorzuschalten, da die Niers bei Hochwasser über keine Abflussreserven verfügt. Weiterhin erfolgt schon bei einem MHW der Niers ein Rückstau in den Trietbach.

kleine Gräben

Im Stadtgebiet sind eine Reihe kleinerer Gräben vorhanden, wie der Fluitbach, Pescher Graben und Herzbroycher / Neersbroicher Graben. Durch örtliche Vertiefung ihrer Sohlen unter Wahrung der Vorflutverhältnisse können Hochwasserspitzen gekappt werden (max. wenige dm).

Die Reaktivierung des alten Grabensystems aus den 50er Jahren (Einzelheiten hierzu liegen dem Geot. Büro nicht vor) bringt allenfalls etwas zur Kappung von Hochwasserspitzen, ist jedoch u.U. erforderlich zur Wiederherstellung der hydraulischen Situation im Bereich der älteren Bebauung von vor 1970, die andernfalls erstmalig Vernässungen erfahren könnte.

6.2.2.3.5 Wasserspiegelabsenkungen von Seen

Generell ist eine Grundwasserabsenkung im Umfeld von Seen durch Absenkung des Seewasserspiegels möglich. Hierdurch wirkt der See wie ein Brunnen mit sehr großem Durchmesser. Der einzige nahe einer Bebauung gelegene Baggersee im Stadtgebiet liegt westlich von Herrenshoff.

Der unmittelbar westlich an die Wohnbebauung von Herrenshoff (Straße "Am Ehrenmal") angrenzende Baggersee hat eine Größe von rund 165.000 m² (ca. 335 x 490 m). Der Seeboden liegt ca. 18 bis 19 m

unter der ehemaligen GOK, die Uferböschungen sind unter ca. 1 : 3 geneigt. Das Gelände unmittelbar östlich des Sees liegt bei etwa 40 m ü. NN, westlich des Sees bei 40,0 bis 40,5 m ü. NN. Das Gelände fällt nach Westen zur Niers auf ca. 38,50 m ü. NN (Niersbrücke) ab. Der dztg. Seewasserspiegel variiert etwa zwischen 37,4 bis 37,8 m ü. NN.

Die Absenkung des Seewasserspiegels wäre bis etwa zu einem Niveau von ca. 37 m ü. NN durch ein Überlaufbauwerk mit Ableitung in freier Vorflut zur Niers möglich (die Nierssohle liegt jedoch tatsächlich noch etwas tiefer als in den dem Geot. Büro zur Verfügung stehenden Schnitten). Die Wirksamkeit dieser Maßnahme auf den Westteil von Herrenshoff wurde im Rahmen von Sofortmaßnahmen im Winter 2001 bei hohen Grundwasserständen nachgewiesen (hierbei jedoch Absenkung durch Pumpen). Bei den dort vorgenommenen Absenkungen auf rund 37 m ü. NN wurde in einer Entfernung von etwa 250 m vom Seeufer eine Absenkung von 0,5 m festgestellt. In unmittelbarer Nähe des Sees erhöht sich dieses Maß auf ca. 0,75 m. Die geförderten Mengen bei hohen Grundwasserständen lagen im stationären Zustand bei unter 300 m³/h.

Bei dieser relativ geringen Absenkung kann ein Einfluß auf Mönchengladbacher Stadtgebiet durch die Niers nach ersten überschläglichen Berechnungen und Beobachtungen noch verhindert werden (Sohllage auf Höhe des Sees 36,2 bis 37,2 m ü. NN). Auch eine Beeinträchtigung des Schloß Myllendonk kann ausgeschlossen werden, zumal wenn der Schlossgraben wie bisher auch weiterhin von der Niers beschickt wird. Genaue Aussagen zu den Auswirkungen der Seespiegelabsenkung sind erst nach Auswertung der Messdaten der Absenkungs- und Wiederanstiegsphase einschließlich des Einflusses der Abschaltung der Wasserwerkes Lodshof/Waldhütte (Ende der Sofortmaßnahme: Ende Mai 2001) möglich.

Das durch eine Absenkung des Seewasserspiegels bedingte Einzugsgebiet liegt jedoch vollständig im dztg. Einzugsgebiet des WW Lodshof/Waldhütte und würde damit dessen Wasserrecht tangieren.

Für die Transportleitung ist als Mindestgefälle ein Wert $\geq 0,3 \%$ anzustreben. Bei Inkaufnahme von Ablagerungen ist bei glatter HDPE Innenwand als absolutes Minimalgefälle $I_{so} \geq 0,15 \%$ einzuhalten. Aufgrund der Höhenverhältnisse (Abfall der Niers nach Norden) läge die Einleitstelle in die Niers etwa 840 m nordwestlich eines Auslaufbauwerkes (Sohllage Niers dort 35,6 m ü. NN; MW 36,4 m ü. NN). Aufgrund der begrenzten Höhendifferenzen liegt das zu erzielende Gefälle der Leitung, ausgehend von einem Seewasserspiegel von 37 m ü. NN, am unteren Grenzwert bei 0,16 %, die Lage Rohrunterkante nahe Nierssohle vorausgesetzt. Zur Berücksichtigung eines Niershochwassers (MHW 36,7 m ü. NN, HHW 37,7 m ü. NN) muss die Einleitstelle mit einem Stauverschluß versehen werden.

Der Vorteil der Maßnahme liegt v.a. in der geringen Störanfälligkeit und in den geringen Betriebskosten. Die abzuleitenden Mengen liegen trotz der großen Seefläche nur in der Größenordnung eines

Einzelbrunnens. Nachteile sind relativ hohe Baukosten für die Ableitung und eine „weiträumige“ Grundwasserabsenkung auch in unbebauten Bereichen.

Der Nachweis des Nutzens einer solchen Maßnahme muss jedoch noch erbracht werden: In der dem See nahegelegenen Bebauung wurden bisher nur in geringem Umfang Gebäudedaten erfasst (s. Anl. 6.2). Ob die hier gelegenen Gebäude von der tieferen Absenkung (sie nimmt (s.o.) zum See zu) überhaupt profitieren, lässt sich nur über konkrete Gebäudedaten beurteilen. Nicht zuletzt deshalb sind hier noch Nacherhebungen erforderlich.

6.2.2.3.6 Anlage von Vorflutgräben

Insbesondere aufgrund o.g. beengter Platzverhältnisse in Ortslagen sind die vorhandenen Fließgewässer nicht in größerem Umfang zu vertiefen und stehen damit als dränierende Elemente nicht zur Verfügung. Alternativ kommt die Anlage von Vorflutgräben außerorts in Betracht. Bei den erforderlichen Grabentiefen von ≥ 3 m ist jedoch eine Entwässerung in freier Vorflut i.d.R. nicht möglich. Die Wässer müssten daher über Pumpwerke (s.u.) in die nächstgelegene Vorflut abgeleitet werden. Ein weiterer Nachteil hier ist bei den erforderlichen Grabentiefen und einzuhaltenden Böschungsneigungen von 1 : 1,5 .. 2 ein nicht unerheblicher Flächenbedarf: Bei einer Sohlbreite von 1 m, einer Tiefe von 3 m und einer Böschungsneigung von 1 : 2 wäre eine Grabenbreite von 13 m erforderlich. Bei Befestigung von Sohle und Böschungen des Gewässerbettes sind etwas steilere Böschungen möglich. Bei beengten Platzverhältnissen wären durch den Einsatz perforierter Spundbohlen senkrechte Böschungen möglich. Insgesamt resultieren hieraus hohe Herstellungs- und Grunderwerbskosten. Hinzu kämen Kosten für Brückenbauwerke, Querungsbauwerke für vorhandene Leitungen und Pumpwerke.

Sinnvoll können Vorflutgräben grundsätzlich dort angelegt werden, wo eine linienhafte Absenkung und relativ kleine Absenkungsbeträge benötigt werden, z.B. in Neersbroich, Raderbroich, Korschenbroich Südost (Trietbacheintalung) und Pesch. Aufgrund ungünstiger außerörtlicher Geländehöhen wären in Neersbroich und Raderbroich für eine dort effiziente Absenkung von 1 m bzw. 1,25 m bezogen auf den höchsten Grundwasserstand hierfür Grabentiefen von 5 bis 6,5 m erforderlich (entsprechend Grabenbreiten gemäß obenstehenden Anforderungen von 21 bis 27 m). In Pesch wären etwas günstigere Grabentiefen von 4 bis 5 m realisierbar.

Aufgrund des hohen Flächenverbrauchs, der Erfordernis von Pumpwerken und relativ hoher Baukosten (v.a. bei Querungen von Verkehrswegen etc.) sind Vorflutgräben im Stadtgebiet daher nur sehr begrenzt einsatzfähig. Bei ausschließlicher Auslegung der Gräben für das Kappen von hohen Grundwasserspitzen wären geringere Grabentiefen realisierbar. In diesem Fall wäre damit zumindest örtlich ein wirtschaftlicher Vorteil gegenüber Brunnen gegeben.

Pumpwerke

Die Hebung des Wassers durch Pumpwerke kann dann erforderlich werden, wenn eine natürliche Vorflut nicht vorhanden ist. Pumpwerke bedingen hohe Investitions- und Betriebskosten. Die Wasserhebung kann bei den hier möglichen Wassermengen von einigen 100 l/sec bis ca. 1 m³/sec und Förderhöhen von ca. 3 bis 5 m mittels Propellerpumpen oder Schneckenpumpen erfolgen, die unmittelbar vor dem Vorfluter installiert werden. Bei Dauerbetrieb, wie hier zu erwarten, bieten die Schneckenpumpen gegenüber anderen Lösungen den Vorteil des höheren Wirkungsgrades, hoher Robustheit, geringeren Verschleißes, geringer Betriebskosten und langer Lebensdauer. Weiterhin wäre eine vorgeschaltete Rechenanlage nicht erforderlich.

6.2.2.3.7 Einstellung unter- und oberirdischer Wassereinleitungen

Die Rheinbraun AG ist im Rahmen des Braunkohlenplanes gesetzlich dazu verpflichtet, durch Grundwassereinleitungen in den Untergrund und in oberirdische Gewässer sumpfbedingte Schäden, für die sie haftbar wäre, abzuwenden. Hierzu werden seitens Rheinbraun in Abschn. 4.6.2 beschriebene Wassereinleitungen in den Untergrund und in oberirdische Gewässer vorgenommen.

Eine Einstellung der Einleitungsmaßnahmen im Raum Hoppbruch und Giesenkirchen/Schelsen hätte folgende Konsequenzen:

- Beeinträchtigung der Trink- und Brauchwassergewinnung (verringertes Dargebot, möglicherweise Verschlechterung der Qualität). Insbesondere für das WW Hoppbruch bewirken die Grundwassereinleitungen im Bereich Hoppbruch als Nebeneffekt durch Veränderung der Strömungssituation eine Minimierung des Zutrages von mit CKW belasteten Grundwässern (infolge der Sumpfung ist das Einzugsgebiet des WW Hoppbruch in ein Gewerbegebiet mit einem CKW-Schaden verschwenkt). Weiterhin setzt die dortige Hebergalerie hohe Grundwasserstände voraus.
- Trockenfallen ökologisch wertvoller Feuchtgebiete (Niersaue, Hoppbruch)
- Gefährdung von Gebäuden mit Gründung in setzungsempfindlichen Böden (Tallehne (z.T. mit Torflagen) der Niers) als Folge von wasserentzugsbedingten Setzungen.
- Gefährdung von Gebäuden mit einer Holzpfehlgründung (z.B. Haus Horst; zum Schutz vor Verrottung müssen Holzpfähle dauerhaft und vollständig unter der Grundwasseroberfläche liegen).

Aufgrund der rechtlichen Lage und der Haftungsverpflichtung ist der Rheinbraun AG eine Reduzierung oder gar Einstellung der Einleitungen nicht möglich. Aufgrund o.g. negativer Auswirkungen wird eine Einstellung der Einleitungen auch von der Stadt Mönchengladbach abgelehnt.

Der Nutzen einer Einstellung der Einleitung wäre ohnehin gering. Modellsimulationen der Rheinbraun AG zeigen, dass bei Einstellung jeglicher Einleitungen im Bereich Hoppbruch in einer Entfernung von 4 km erst 2 Jahre später eine Absenkung um 0,2 m vorliegt. Wenn durch einen Stop der Einleitungen das WW Hoppbruch auf eine Entnahme von 1 Mio m³/a zurückgefahren (erforderlicher Wert, um bei einem Stop der Einleitungen mit der bisherigen CKW-Aufbereitung fahren zu können) oder gar aufgegeben werden müsste, wäre der Effekt sogar negativ (steigende Grundwasserstände).

Weiterhin bringt eine Beendigung der Einleitungen ohnehin nur einen temporären Effekt, nämlich solange der Sumpfungseinfluss besteht, da sich danach wieder natürliche Grundwasserstände einstellen werden, die über den jetzigen bei Einleitungen der Rheinbraun AG liegen werden.

6.2.2.3.8 Aufrechterhaltung der Sumpfung im heutigen Umfang

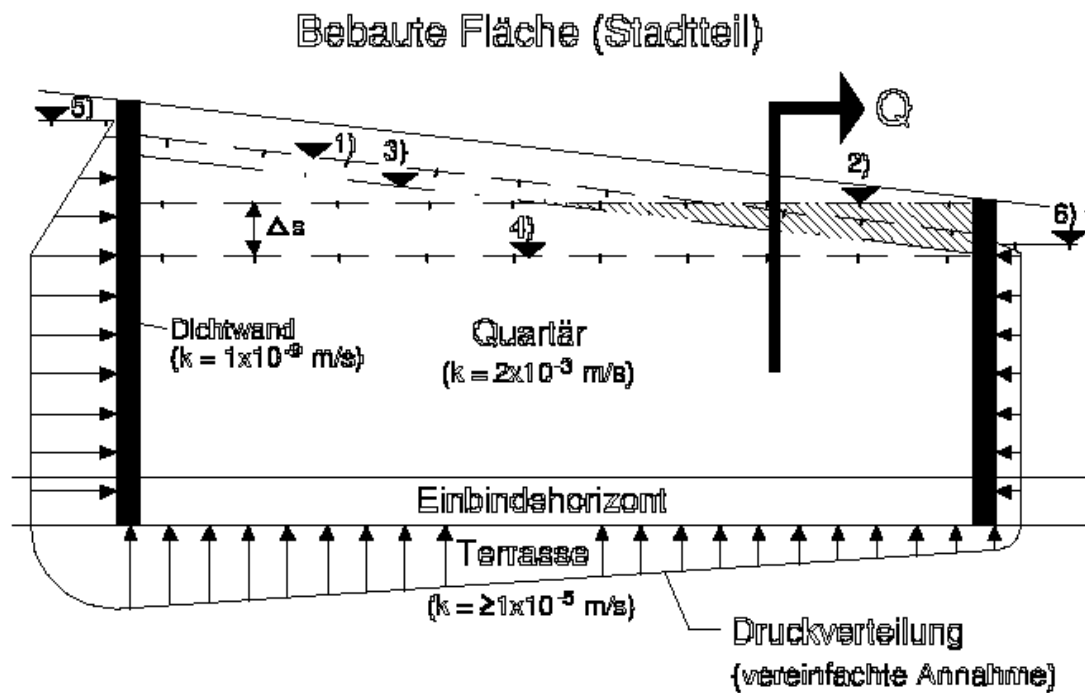
Eine wiederholt erhobene Forderung nach Aufrechterhaltung der Sumpfung der Rheinbraun AG im heutigen Umfang über die Betriebszeit von Garzweiler I hinaus kommt aus verschiedenen Gründen nicht in Betracht. Die wichtigsten sind wasserwirtschaftlicher und rechtlicher Natur: die Sumpfungsb Brunnen liegen mehrere Kilometer vom Stadtgebiet entfernt und müssten ein Vielfaches der Wassermenge heben, die mit Brunnen im Stadtgebiet zu heben wäre, um im Stadtgebiet eine gleiche Absenkung zu erzielen. Insofern sind solche Maßnahmen auch uneffizient. Zudem würden wesentliche betroffene Gebiete in der nördlichen Hälfte von Korschenbroich - wie bereits jetzt bei vorliegendem Sumpfungseinfluss - damit nicht erfasst. Neben den extrem hohen Wassermengen wäre ein unnötig tiefer und ausgedehnter Absenkungstrichter beizubehalten. Dies würde die Fortschreibung eines großräumigen und erheblichen wasserwirtschaftlichen Eingriffes auf Dauer bedeuten, der nicht genehmigungsfähig ist und im Widerspruch zum bestehenden Rahmenbetriebsplan steht.

6.2.2.3.9 Dichtwandumschließungen

Dichtwände sind vertikale Dichtungselemente, die zur allseitigen Abriegelung einer Fläche vor Grundwasserzu- bzw. zur Verhinderung von -austritten einen Grundwasserleiter durchdringen und idealerweise in einen Grundwasserstauer einbinden. Dichtwände in unterschiedlicher Materialzusammensetzung und Herstellungstechnik sind heute Standardverfahren des Spezialtiefbaus und können mit relativ hohen Systemdichtheiten ($K \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s) hergestellt werden. Im Schutz der Dichtwandumschließung ist eine Absenkung der Grundwasseroberfläche, z.B. über Brunnen möglich, wobei die Entnahmemenge bei vorhandenem qualifiziertem Einbindehorizont gering gehalten werden kann. Eine Dichtwand ist aber nur dann effizient und wirtschaftlich einsetzbar, wenn ein möglichst gering durch-

lässiger Einbindehorizont in wirtschaftlich erreichbarer Tiefe zur Verfügung steht, da die bei der Absenkung zu entnehmende Wassermenge direkt von der Durchlässigkeit des Einbindehorizontes und dem Absenkungsmaß Δs abhängig ist. Im Stadtgebiet sind diese günstigen Bedingungen aber nicht gegeben. Die unter dem Hauptgrundwasserleiter folgenden Schichten sind mehrere 10er Meter mächtige Feinsande mit Durchlässigkeiten um $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Bei einer Troglösung sind einige Besonderheiten zu beachten, die nachfolgend kurz erläutert werden sollen (Abb. 6.17):

Geht man von einem in Bezug auf kritische Gebäudehöhen (3) hohen natürlichen Grundwasserstand (1) aus, würde sich dieser nach Herstellung einer Dichtwand in den hoch durchlässigen Terrassenablagerungen nahezu waagrecht einstellen (2). Im oberstromigen Bereich liegt der Grundwasserspiegel in Relation zu (1) und (3) tiefer, im unterstromigen Bereich des Troges dagegen durchgängig höher. Um die eingestauten Gebäudegründungen grundwasserfrei zu bekommen, müsste der Wasserspiegel im gesamten Trog um den Betrag Δs abgesenkt werden. Als Nebeneffekt stellt sich auf der Anströmseite des Troges aufgrund hydromechanischer Gesetzmäßigkeiten ein Aufstau im dm-Bereich, auf der Abströmseite eine Absenkung (Sunk) in gleicher Größenordnung ein. Bedingt durch die sich einstellende Wasserspiegeldifferenz außen/innen (schematisch in Abb. 6.17 dargestellt) kommt es zu einer systembedingten Zuströmung von Grundwasser in den Trog über die Wandflächen und die Sohlfläche. Dominant ist dabei der Sohlzufluß wegen der anteilig größeren Fläche und wegen des im Vergleich zur Wand um mehrere Zehnerpotenzen höheren K-Wertes. Die durch Pumpen zu fördernde Wassermenge wird durch die versickernden Niederschläge noch erhöht. Eine modellhafte Berechnung eines solchen Systems für den Ortsteil Kleinenbroich (Länge der Dichtwand ca. 8 km, mittlere Tiefe ca. 30 m, Dichtwandfläche ca. 240.000 m², Grundfläche des Troges ca. 375 ha, natürliche Grundwasserspiegeldifferenz in Nord-Südrichtung des Troges ca. 3 m) zeigt sehr schnell, dass außer sehr hohen Baukosten (ca. 40 Mio DM, ohne Kosten für Grunderwerb, Querungen von Straßen, Leitungstrassen etc.) aufgrund des hohen erforderlichen Absenkungsbetrages Δs keine wasserwirtschaftlichen Vorteile gegenüber einer ausschließlich hydraulischen Maßnahme (großflächige Absenkung aller Brunnen bei deutlich geringerem mittleren Absenkungsbetrag) zu erwarten sind. Dichtwände als Beitrag zur Lösung der Grundwasserproblematik im Stadtgebiet scheiden damit aufgrund der für diese Bauweise ungünstigen natürlichen Randbedingungen aus. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass Dichtwandtröge massiv in bestehende Einzugsgebiete von Wasserwerken eingreifen und insgesamt die Strömungsverhältnisse in der Umgebung verändern.



Erläuterungen:

- 1) natürlicher maximaler Grundwasserstand, ohne Dichtwandumschließung
- 2) ausgespiegelter, maximaler Grundwasserstand innerhalb der Dichtwandumschließung
- 3) kritische Gebäudehöhe (Unterkannte Kellerfußboden)
- 4) durch zusätzliche Sumpfung (Brunnen, Dränschlitz) abzusenkender Wasserspiegel im Dichtungstrog
- 5) Aufstau im Anströmbereich vor der Wand
- 6) Absenkung (Sunk) auf der Abströmseite der Dichtwand
- Q Entnahme über Brunnen (z.B. Kombination mit Dränschlitz)

Abb. 6.17: Funktion eines Dichtungstroges (schematisch)

6.2.2.4 Mögliche schädliche Auswirkungen von Grundwasserentnahmen

Durch Grundwasserabsenkungen in größerem Umfang sind Beeinträchtigungen unterschiedlichster Art möglich, die zu Entschädigungsansprüchen führen können (Tab. 6.3).

Tab. 6.3: Mögliche Auswirkungen von größeren Wasserhaltungsmaßnahmen

Aspekt	Projektrelevanz
Auswirkungen auf den Wasserhaushalt • Überbeanspruchung des GW-Dargebotes • Beschneidung des GW-Dargebotes anderer Nutzer • Verlagerung von Einzugsgebieten, keine Deckung mehr mit evtl. Schutzzone • Abflussminderung in Vorflutern bzw. durch Aussickerungen Trockenfallen • Rückgang der Schüttung oder Versiegen von Quellen	ja ja ja ja nein
Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit • Stoffumwandlungen durch Veränderungen von pH-Wert und Redoxpotenzial (z.B. Ausfällung von Eisenoxiden (Verockerung), Nitrit → Nitrat) • Zustrom von Uferfiltrat • Zustrom von „Tiefenwasser“	möglich eingeschränkt möglich
Sonstiges • Beeinträchtigung von grundwasserstandsabhängiger Vegetation (Land-, Forstwirtschaft) • Beeinträchtigung oder Zerstörung von Feuchtgebieten • Absenkung des Wasserspiegels in Brunnen anderer Nutzer → Ergiebigkeitsabnahme oder Trockenfallen flacher Brunnen, Mehrkosten durch größere Förderhöhen • Bauwerksschäden infolge von Setzungen • Bauwerksschäden infolge Verrottung einer Holzpfahlgründung • Zufluss schadstoffbelasteter Grundwässer zu Fassungsanlagen bei Deponien, Altlasten und GW-Schäden im Einzugsgebiet • durch veränderte Strömungsverhältnisse Heranziehen von Schadstoffen in bisher unbelastete Brunnen • Beeinträchtigung hydraulischer Grundwassersanierungen	möglich möglich möglich möglich möglich möglich

Auswirkungen auf den Wasserhaushalt

Eine Grundwasserentnahme stellt einen Eingriff in den natürlichen Wasserkreislauf dar. Das geförderte Grundwasser steht einem Vorfluter als grundwasserbürtiger Abfluss nicht mehr zur Verfügung. Bei abreißendem Kontakt zur Grundwasseroberfläche sind Aussickerungen möglich, die auf längerer

Strecke zu einer Austrocknung kleinerer Bäche führen können. Auch für andere Grundwassernutzer kann das verfügbare Dargebot verringert werden. Wenn das Einzugsgebiet insgesamt begrenzt ist, z.B. durch andere Grundwasserentnahmen, führt eine große Entnahme zu einer Überbeanspruchung des Grundwasserdargebotes mit einer großflächigen Absenkung des Grundwasserspiegels. Dieser hier gewünschte Effekt ist nach WHG und LWG nicht genehmigungsfähig. Durch Veränderung der Grundwasserströmung ist eine Verschenkung von Einzugsgebieten anderer Nutzer möglich. In der Folge können nicht schutzzonenkonforme Nutzungen in den veränderten Einzugsgebieten zu liegen kommen (hier z.B.: WW Driesch: CKW-Schaden in Büttgen, WW Broichhof: Deponie Grefrath).

Beeinträchtigung von grundwasserstandsabhängiger Vegetation in Land- und Forstwirtschaft

Eine Grundwasserabsenkung unterhalb der pflanzennutzbaren kapillaren Aufstiegszone kann zu Wachstumsschäden und in der Folge zu Ertragseinbußen führen. Als Ausgleich hierfür sind Beregnungen möglich. Grundsätzlich können aus einer abgesenkten Grundwasseroberfläche jedoch auch landwirtschaftliche Standortverbesserungen resultieren (z.B. Nutzbarmachung vernässter Flächen, Nutzungsumstellung von Weidewirtschaft auf Ackerbau).

Beeinträchtigung oder Zerstörung von Feuchtgebieten

Feuchtgebiete sind Landschaftsräume, in denen Wasser der dominierende ökologische Faktor ist. Kennzeichnend sind i.d.R. geringe Flurabstände. Grundwasserabhängige Feuchtgebiete können schon bei geringen Zunahmen der Flurabstände im Dezimeterbereich stark geschädigt werden.

Im Stadtgebiet Korschenbroich sind in den Niederungen von Niers, Trietbach und Nordkanal solche grundwasserabhängigen Feuchtgebiete vorhanden (Bruchwald nördlich Raderbroich, Hoppbruch südlich Korschenbroich, Niersaue bei Neersbroich (Gebiete auf der s.g. FFH-Schattenliste)). Als einziges grundwasserabhängiges Naturschutzgebiet im Stadtbereich ist das am Nordkanal gelegene Gebiet „Pferdsbroich“ ausgewiesen (Lage s. Anl. 1.1). Aufgrund der räumlichen Nähe dieser Bruchwälder zu vom Grundwasser betroffenen Ortslagen besteht hier ein erheblicher Zielkonflikt. Vor jedem wasserwirtschaftlichen Eingriff ist die Umweltverträglichkeit hinsichtlich dieser Gebiete nachzuweisen bzw. durch Ersatzwassereinspeisungen sicherzustellen. Aufgrund der räumlichen Nähe dieser Flächen zu bebauten Flächen sind Ersatzwassereinspeisungen jedoch nur sehr begrenzt möglich, da diese zu einer Wiederaufhöhung der Grundwasseroberfläche und damit zu einem stark erhöhten Aufwand für die Absenkung führen würden.

Bodensetzungen

Unmittelbare Folgen einer Grundwasserabsenkung sind eine Erhöhung der Normalspannung im Boden (im Sinne der Bodenmechanik), bedingt durch den Fortfall des Auftriebs, und eine Verringerung des

Wassergehaltes im Absenkungsprofil. Während die hier vorhandenen, mindestens mitteldicht gelagerten Ablagerungen der Terrassen des Rheins aufgrund ihres hohen Steifemoduls unempfindlich für Wasserentzug (zumindest bis zu einer Grundwasserabsenkung bis ca. 50 m) sind, reagieren bindige und in noch größerem Umfang organische Böden darauf sehr empfindlich. Bindige Böden sind aufgrund ihres geringen Steifemoduls leichter zusammendrückbar, außerdem kann in ihnen, wenn oberflächennah anstehend, bei einer Kombination von Entwässerung und fehlenden Niederschlägen eine Volumenreduzierung durch Austrocknung eintreten. In organischen Böden (Torfe, organische Schlämme etc.) findet neben mechanisch bedingten Setzungen bei Luftzutritt in die Poren (ermöglicht durch Wasserentzug) eine Oxidation der organischen Substanz mit der Folge von Veränderungen des Gefüges und des Bodenvolumens statt. In mächtigeren Torflagen können schon bei Grundwasserabsenkungen von wenigen Metern Sackungen im Dezimeterbereich auftreten.

Betroffen können hier insbesondere die Niedermoore sein (Verbreitung s. Anl. 7), im Falle größerer Mächtigkeiten auch die Auenlehme (hier insbesondere in der Niers-Niederung). Der ebenfalls setzungsempfindliche Lößlehm hingegen liegt zumeist oberhalb der Grundwasseroberfläche, eine Grundwasserabsenkung stellt für ihn damit keine zusätzliche Belastung dar. Der Umfang von Schäden als Folge von Bodensetzungen ist nicht nur vom Betrag und der Form der Setzung (stetig/unstetig) abhängig, sondern auch von der Art der Objekte, deren Gründung und Konstruktion.

Beeinträchtigung hydraulischer Grundwassersanierungen: Durch Veränderungen der Strömungssituation können vorhandene Sanierungsbrunnen unwirksam werden; der Zustandsstörer hat für Ersatz zu sorgen. Im vorliegenden Fall wäre dies bei der laufenden FCKW-Sanierung im Westen von Korschenbroich möglich.

Ein Ausgleich negativer Auswirkungen von hydraulischen Maßnahmen kann durch Ersatz in Form einer Bereitstellung anderer Ressourcen (z.B. Bereitstellung von Wasser aus der Wasserhaltung für ein im Einzugsgebiet beschnittenes Wasserwerk direkt oder durch Infiltrationen im Brunnenvorfeld; für Feuchtgebiete durch Infiltrationen oder Direkteinleitungen, Ersatzflächen für Feuchtgebiete) oder Kompensation von Schäden (finanzieller Ausgleich, z.B. bei Setzungsschäden von Bauwerken) erfolgen.

Vor jeder weiteren Planung müssen daher detaillierte Untersuchungen die Auswirkungen auf konkurrierende wasserwirtschaftliche Nutzungen, Natur, Landschaft und Bauwerke darlegen.

6.2.2.5 **Ableitung der Wässer**

Die Ableitung der Wässer aus Grundwasserabsenkungen stellt hier aufgrund der großen Mengen und der gegebenen Vorflutsituationen ein mindestens ebenso großes technisches und finanzielles Problem dar wie eine Grundwasserabsenkung selbst.

6.2.2.5.1 **Technische Möglichkeiten**

Folgende Ableitungsmöglichkeiten gehobener Grundwässer sind möglich:

- Nutzung als Trink- oder Brauchwasser
- Nutzung an anderer Stelle zur wasserwirtschaftlichen Kompensation von z.B. Rheinbraun - Eingriffen
- Reinfiltrationen im Stadtgebiet bzw. außerhalb, auch zur Kompensation der GW-Entnahmen
- Einleitung in oberirdische Gewässer zur Kompensation evtl. schädlicher Grundwasserabsenkungen
- Einspeisung in vorhandene oder neu anzulegende Feuchtgebiete (Biotopverbund entsprechend geplante Entwicklungskonzept der Stadt Korschenbroich)
- Ableitung in Fließgewässer
- Ableitung in die Kanalisation
- Ableitung über Transportleitungen zu einem leistungsfähigen Vorfluter

Aus wasserwirtschaftlicher und ökologischer Sicht ist eine möglichst umfassende Nutzung der geförderten Wässer anzustreben. Dies könnte die Akzeptanz der Gesamtmaßnahme insbesondere bei den Genehmigungsbehörden deutlich erhöhen. Vorwegnehmend ist jedoch festzustellen, dass v.a. bei größeren hydraulischen Maßnahmen der Anteil des geförderten Wassers, der genutzt werden kann, deutlich geringer ist als der Anteil des Wassers, der abgeleitet werden muss.

Zu möglichen **Nutzungen als Trink- oder Brauchwasser** wird auf den Abschn. 6.2.2.3.3 verwiesen.

Bei der **Nutzung zur wasserwirtschaftlichen Kompensation von Rheinbraun – Eingriffen** käme eine Bereitstellung der Dränwässer für Stützungsmaßnahmen der Rheinbraun AG in der nördlichen Umrandung der Tagebaue Garzweiler I und II und/oder zur Auffüllung der Absenkungstrichter bzw. der Restseen nach Beendigung des Abbaus grundsätzlich in Betracht. Hierbei könnten die Dränwässer dem vorhandenen WW Jüchen der Rheinbraun AG (rund 10 km südlich von Korschenbroich) zugeführt und dort - nach dem Entzug von Eisen und Mangan - über das vorhandene Transportleitungssys-

tem verteilt werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass sich bei der Mischung von unterschiedlichen Wassertypen Probleme ergeben können (z.B. Mischungskorrosion). Nach der Planung der Rheinbraun AG kann jedoch der Bedarf für Stützungsmaßnahmen bis zum Jahre 2030 durch eigene Sumpfungs-wässer gedeckt werden /F5/. Erst danach ist die Zuführung von Fremdwasser - vorgesehen vom Rhein – erforderlich (Prognose 2030: 6,4 Mio m³, 2035: 21 Mio m³). Weiterhin wäre eine solche Maßnahme zeitlich bis zu dem Moment begrenzt, an dem Rheinbraun - Kompensationsmaßnahmen beendet werden können, d.h. nach erfolgter Wiederauffüllung des sumpfungsbedingten Absenkungstrichters.

Die **Reinfiltration** von Dränwässern in den Untergrund im Stadtgebiet und dessen Nahbereichen kann eine Maßnahme zur Kompensation des Eingriffes für die Wasserwirtschaft sein und ist damit als grundsätzlich günstige Ableitungsmaßnahme anzusehen, da das Wasser im Bilanzgebiet verbleibt. Reinfiltrationen können am effizientesten über Sickerschlitze, daneben auch über Infiltrationsbrunnen erfolgen. Sie sind jedoch nur dort möglich, wo infiltrationsbedingte Grundwasseraufhöhungen schadlos sind. Bei der gegebenen Strömungsrichtung von Süden nach Norden kämen als Standorte für Infiltrationsbauwerke im Stadtgebiet allenfalls Flächen im nördlichen, nicht bebauten Teil der Stadt Korschenbroich in Betracht. Infiltrationen dort sind jedoch aufgrund der in diesem Stadtgebiet ohnehin geringen Flurabstände (Niederungsbereiche!) - wenn überhaupt - nur begrenzt möglich, da sie zur Vernässung landwirtschaftlicher Flächen führen können. Weiterhin könnten sich Infiltrationen schädlich auf unterstromig gelegene Orte wie Willich-Schiefbahn, wo bereits jetzt geringe Flurabstände vorliegen, auswirken; diesbezüglich wären noch gesonderte Untersuchungen vorzunehmen. Aufgrund der geringen dort versickerbaren Wassermengen sind die spezifischen Kosten (DM/m³), v.a. unter Berücksichtigung zu verlegender Transportleitungen, sehr hoch.

Eine etwas andere Situation läge im Untersuchungsraum dann vor, wenn größere, dztg. landwirtschaftlich genutzte Flächen in Feuchtgebiete mit geringeren tolerierbaren Flurabständen umgewandelt werden könnten. Dies auch als evtl. Ausgleich für durch die hydraulischen Maßnahmen an anderer Stelle möglicherweise beeinträchtigten schützenswerten Feuchtgebiete. Eine solche Maßnahme könnte im Rahmen des Stadtentwicklungskonzeptes Korschenbroich durchgeführt werden, welches ein Biotopverbundsystem vorsieht. Weiterhin ist eine Integration in das Konzept der EUROGA grundsätzlich denkbar und möglicherweise auch förderungsfähig. Diese Maßnahme wäre auch als Kompensation für Dargebotsverluste der nördlich des Nordkanals vorhandenen Wasserwerke Darderhöfe, Krefeld II und Fellerhöfe anzusehen (deren Einzugsgebiete liegen teilweise im Stadtgebiet Korschenbroich). Auch hierbei wären jedoch zunächst die Auswirkungen auf die unterstromigen Gebiete nördlich des Nordkanals im Detail zu untersuchen.

Weiterhin wäre eine Infiltration im Brunnenvorfeld des WW Driesch in der Schutzzone III(A) als Ausgleich für eine Reduzierung des Einzugsgebietes und Dargebotes in Folge von Grundwasserabsenkungen in Kleinenbroich möglich und erforderlich. Durch eine optimierte Anordnung der Infiltration kann auch eine Verschenkung des Einzugsgebietes nach Osten minimiert oder unterbunden werden. Dies ist erforderlich in Hinblick auf die Problematik eines CKW-Schadens in Büttgen sowie das östlich angrenzende Einzugsgebiet des WW Broichhof, welches nicht weiter nach Osten verlagert werden darf, da andernfalls die dztg. knapp außerhalb des Einzugsgebietes liegende Deponie Grefrath im Einzugsgebiet liegen würde.

Ein solches Vorgehen ist aber nur dann möglich, wenn schädliche Einflüsse auf Ortslagen von Kaarst (Büttgen, Driesch, Vorst) sicher ausgeschlossen werden können. Aufgrund höherer Flurabstände kommen Infiltrationen deshalb vermutlich nur südlich von Büttgen in Betracht. Bei Absenkungsmaßnahmen in Kleinenbroich und Glehn würde das Einzugsgebiet des WW Driesch um mindestens 3/4 der ausgewiesenen Fläche reduziert. Die entsprechende Reinfiltrationsmenge läge dann bei rund 4,5 Mio m³/a.

Erfahrungen der Rheinbraun AG mit Sickerschlitzen in den Terrassensedimenten im Umfeld des Tagebaus Garzweiler haben ergeben, dass Sickerschlitze von 40 m Länge, 1 m Breite und ca. 6 m Tiefe bei einer Leistungsreserve von ca. 50 % im Durchschnitt bei Regelbetrieb sicher 0,5 Mio m³/a aufnehmen könne /F5/. Für die mittlere Infiltrationsleistung von Sickerbrunnen (DN 1000, 30 m Tiefe) wird entsprechend ein Bereich von 0,1 bis 0,3 Mio m³/a angegeben.

Eine oberflächennahe **Einspeisung in Feuchtgebiete und Auenbereiche** (vorhandene oder im Rahmen des geplanten Stadtentwicklungskonzeptes Korschenbroich neu anzulegende) kommt hier in nur sehr begrenztem Umfang in Betracht, da diese Maßnahmen zu einer Aufhöhung der Grundwasseroberfläche führen und aufgrund der räumlichen Nähe dieser Gebiete zu potenziellen Absenkungsbereichen daraus ein erhöhter Aufwand für die Absenkung resultiert. Dennoch wäre ggf. eine Einspeisung in den Bruchwald nördlich von Raderbroich erforderlich zur Abwehr von schädlichen Auswirkungen von innerörtlichen Grundwasserabsenkungen. In begrenztem Umfang würden die vom Bruchwald zum Absenkungstrichter nach Süden strömenden Mengen vom Fluitbach gefasst werden können.

Generell kommen Einspeisungen in Bauwerke umschließende Wassergräben zu deren Bespannung und damit Sicherung der Bausubstanz (i.d.R. Holzpfahlgründung) in Betracht. Die verwendbaren Mengen hierfür sind jedoch gering und für die Gesamtbilanz vernachlässigbar.

Die schadlose **Ableitung in Fließgewässer** in größerem Umfang ist dztg. nicht möglich. Die lokalen Gräben und Bäche können jedoch durch geringe Verbreiterungen und einen konsequenten Gewässer-

unterhalt eine ausreichende Aufnahmekapazität erhalten. Seit Anfang des Jahres wurden/werden diesbezügliche Arbeiten durch die Stadt Korschenbroich durchgeführt (Fluitbach, Herzbroicher / Neersbroicher Graben). Die Niers als ein potenzieller Hauptvorfluter für Wasserhaltungswässer aus Korschenbroich ist zwar in der Lage bei Mittelwasser zusätzliche Mengen von rund 1 m³/sec aufzunehmen (Angabe Niersverband), die Unschädlichkeit der daraus resultierenden geringen Wasserspiegelaufhöhung und deren Aufwand zur Reduzierung wäre jedoch noch zu untersuchen. Da die Niers nach Angabe des StUA Krefeld bei Hochwasser über keine Abflussreserven mehr verfügt, wären an den zuleitenden Gewässern (Trietbach) Rückhaltebecken vorzusehen. Der Nordkanal ist grundsätzlich geeignet, geförderte Wässer abzuführen. Die Hochwasserführung beträgt ca. 2 bis 2,5 m³/s, die Abflussleistung 12 m³/s (Angabe StUA Krefeld). Eine Erhöhung des Wasserspiegels kann jedoch zu einem Rückstau in an ihn angebundene Entwässerungsgräben und Kanälen führen. Dies kann aber durch eine Entschlammung der Sohle (min. 0,4 m möglich) zu kompensiert werden. Die Kosten einer Entschlammung jedoch liegen bei mindestens 2,9 Mio DM (Kostenschätzung Stadt Neuss, 1984), wobei eine landwirtschaftliche Verwertungsmöglichkeit des Schlammes unterstellt wird. Bei einer kritischen Schadstoffbelastung kämen ggf. Entsorgungskosten in nicht unerheblicher Höhe hinzu. Das geringe Sohlgefälle des Kanals und in der Folge geringe Fließgeschwindigkeiten begünstigen die Ablagerung von Schwebstoffen und damit die Neubildung von Schlamm, sodass eine regelmäßige Entschlammung erforderlich wäre. Nach Auskunft der Stadt Neuss würde sie im Falle einer Entschlammung des Nordkanals die Abdichtung der Sohle auf Neusser Stadtgebiet fordern, um schädliche Grundwasseraufhöhungen zu verhindern (Teile von Neuss liegen tiefer als der Nordkanal). Auch die Kosten hierfür wurden 1984 für ein Teilstück abgeschätzt, bei Hochrechnung auf die gesamte Länge im Stadtgebiet von rund 5 km würde sich eine solche Maßnahme kostenmäßig auf ca. DM 20 Mio belaufen. Unter Berücksichtigung der Preissteigerung seit 1984 sind heute deutlich höhere Kosten zu unterstellen. Weiterhin ist der Einfluss eines Rheinhochwassers zu berücksichtigen (z.B. Jan. 1995; Pegel Neuss: 35,32 m ü. NN), welches sich im Nordkanal direkt bzw. als Folge der Abschottung (bei einem Pegelstand > 9 m in Düsseldorf) zur Obererft bis auf Höhe von Kaarst auswirken und einige Tage bis über eine Woche andauern kann. Bei einer Erhöhung der Wasserführung wären die Wässer im Falle eines Rheinhochwassers aufgrund der hohen Wassermengen dann zur Vermeidung schädlicher Rückstau mit entsprechendem technisch/finanziellem Aufwand in den Rhein überzupumpen. Da sich der Rückstau schon jetzt schädlich in Neuss und Kaarst auswirkt (Rückstau in Kanalisation, dadurch Vernässung von Kellern), wäre mit einem Pumpwerk auch diesen beiden Städten geholfen und eine Kostenteilung verhandelbar.

Insgesamt sind die Investitionskosten so hoch, dass eine Nutzung des Nordkanals als Ableitung von Wässern wahrscheinlich nur dann in Frage kommt, wenn eine Entschlammung entfallen kann. Über

die im dtg. Zustand schadlos abzuführende Zusatzwassermenge sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Die **Ableitung in die Kanalisation** ist nur sehr begrenzt möglich. Dies aufgrund hierfür nicht ausgelegter hydraulischer Kapazitäten des Rohrnetzes sowie einer zu starken Schwankung von Menge und Inhaltsstoffen (Verdünnung) der Abwässer, die zu Problemen in einer Kläranlage (v.a. in der geplanten Kläranlage Nordkanal mit Membranfiltertechnik) führen kann. Die Einleitung von Dränwässern kommt daher nur im Einzelfall und in Bereichen mit geringer Betroffenheitsdichte in Betracht (z.B. Hausbrunnen von Einzelbauwerken mit Lage außerhalb geschlossener Bebauung und dann auch nur zur Kappung von Hochwasserspitzen).

Die **Ableitung über Transportleitungen zu einem leistungsfähigen Vorfluter** ist dann erforderlich, wenn die Wassermengen nicht bzw. nicht vollständig durch o.g. Möglichkeiten genutzt oder schadlos abgeleitet werden können. Hinsichtlich der schadlos abzuführenden möglichen Zusatzwassermengen in Niers und Nordkanal, aber auch über die zu erwartenden anfallenden Wassermengen sind weitere Untersuchungen erforderlich, wenn konkretere Angaben über die Wassermengen, d.h. über das zulässige Maß von Wasserhaltungen vorliegen. Als leistungsfähiger Vorfluter steht hier der Rhein, ggf. auch die Erft (ca. 8 bis 10 km südöstlich Kleinenbroich) zur Verfügung. Der Rhein bietet den Vorteil, dass eine Transportleitung dorthin wahrscheinlich im oder entlang des Nordkanales verlegt werden könnte. Die Strecke vom Zulauf Jüchener Bach bis zum Hafen Neuss beträgt knapp 12 km. Bei einer Einleitung in die Erft wäre eine Höhendifferenz von ca. 20 bis 30 m mit entsprechendem Aufwand für Druckleitungen zu überwinden. Transportleitungen mit Druckerhöhungsanlagen erfordern hohe Baukosten und kommen daher generell nur im Ausnahmefall zum Einsatz.

6.2.2.5.2 Aufbereitung

Die geförderten Wässer müssen hinsichtlich ihrer Nutzung oder Ableitung die jeweiligen Beschaffungsanforderungen erfüllen. Für eine Nutzung als Trinkwasser gelten die Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV). Konkrete Grenzwerte für Einleitungen in den Untergrund gibt es nicht. Nach WHG sind jedoch anthropogene Belastungen der zu infiltrierenden Wässer nicht gestattet, sodass in erster Annäherung auch hier die TrinkwV herangezogen werden kann. Weiterhin sind technische Anforderungen an eine möglichst lange Standzeit von Versickerungsbauwerken zu beachten. Auch für Einleitungsbedingungen in Vorfluter gibt es keine Richtlinie. Als Grundlage können jedoch die Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) des LWA NRW (jetzt LUA) für die Gewässergüteklasse II verwendet werden.

Bei den im Stadtgebiet weit verbreitet hohen Eisen- und teilw. Mangangehalten ist eine Enteisung/Entmanganung vorzusehen. Die Grenzwerte der TrinkwV hierfür liegen bei 0,2 bzw. 0,05 mg/l. Auch bei einer Reinfiltration ist hinsichtlich einer Verlängerung der Standzeit von Infiltrationsbauwerken ein Eisengehalt $< 0,2$ mg/l zu erzielen. Bei einer Direkteinleitungen in die Vorflut sind nach der AGA Eisenwerte < 2 mg/l einzuhalten.

Grundwasserentnahmen sollten so positioniert und betrieben werden, dass sie durch bekannte lokale Grundwasserschäden nicht beeinträchtigt werden (z.B. im Westen von Korschenbroich FCKW-Schaden der Fa. Sempel). Andernfalls können weitere Aufbereitungen mit entsprechenden Kosten erforderlich werden.

6.2.2.6 Monitoring

Jede größere hydraulische Maßnahme erfordert ein Monitoring zur Überwachung und Bewertung der Maßnahmenziele sowie deren Auswirkungen. Das Monitoring erfolgt fortlaufend, die Ergebnisse sind regelmäßig zu dokumentieren und auszuwerten. In Anpassung an die Ergebnisse sind hydraulische Maßnahmen zu steuern oder zu modifizieren.

Im Rahmen des Monitorings sind zu erheben:

- Wetterdaten (Niederschlag, Temperatur, Verdunstung; Sickerwassermenge aus der Lysimeteranlage Rheindahlen der NVV)
- Bilanzgrößen des Grundwasserhaushaltes (Grundwasserneubildung, Grundwasserentnahmen, Abflusshöhen Fließgewässer, Ableitungsmengen, ggf. Infiltrationen und Direkteinleitungen)
- Grundwasserstände
- Grundwasserbeschaffenheit, Gewässergüte
- ökologisches Monitoring
- ggf. Setzungsmessungen in bebauten Gebieten mit setzungsempfindlichen Böden
- Veränderungen nutzungsspezifischer Standortbedingungen (z.B. Vernässungen von Gebäuden bei Infiltrationen, land- und forstwirtschaftliche Nutzung)

Der zu beobachtende Raum umfasst den gesamten Einwirkungsbereich hydraulischer Maßnahmen und wäre noch im Rahmen weiterführender Untersuchungen genau zu ermitteln.

6.2.2.7 **Rechtliche Aspekte**

Jede hydraulische Maßnahme muß wasserrechtlich erlaubt bzw. bewilligt werden (in Abhängigkeit von der zu genehmigenden Menge: Untere Wasserbehörde beim Kreis oder Bezirksregierung). Generell sind auch Eingriffe in vorhandene Rechte möglich. Die Prüfung der Umweltverträglichkeit ist bei Entnahmen über 5 Mio. m³/a (LWG § 45) erforderlich.

Grundwasserentnahmen sind generell dann zulässig, wenn Belange des Gemeinwohls dies erfordern. Dies gilt auch dann, wenn - wie im vorliegenden Fall - durch eine solche Entnahme Planungsfehler ausgeglichen werden sollen. Vorab ist jedoch zu prüfen, ob es alternative Möglichkeiten zur Gefahrenabwehr gibt. Grundsätzlich ist dies - wie ausführlich dargestellt - über bauliche Maßnahmen und/oder Nutzungsänderungen von Kellergeschossen möglich. Ob diese Maßnahmen wegen der nicht unerheblichen Kosten verhältnismäßig und für den Kostenträger zumutbar sind, kann nicht „technisch“ beurteilt werden.

Hinsichtlich der Frage der Verantwortung für die in Korschenbroich eingetretene kritische Situation und die daraus resultierende Frage nach der Kostenübernahme für Sicherungsmaßnahmen bestehen bisher sehr unterschiedliche Auffassungen. Das von der Stadt Korschenbroich in Auftrag gegebene Rechtsgutachten von Prof. Stürmer kommt z.B. zu dem Ergebnis, dass ein Verschulden der Bauaufsichtsbehörde nicht vorliegt, sie deshalb auch nicht haftbar und zu keinerlei Abwehrmaßnahmen verpflichtet sei. Andererseits muß sie jedoch für durch sie veranlasste Abwehrmaßnahmen hervorgerufene Schäden haften, was zu einem nicht kalkulierbaren finanziellen Risiko führen kann. Diese offenen rechtlichen Fragen müssen noch einer Klärung zugeführt werden und sind ausdrücklich nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

Bezüglich der natürlichen mittleren Grundwasserstände der 50er und 60er Jahre werden in allen betroffenen Ortslagen Gebäude um bis zu über 1 Meter eingestaut. Eine großräumige Absenkung um dieses Maß zzgl. eines evtl. Sicherheitszuschlages von ca. 0,3 m ist nur durch massiven Grundwasserentzug über das zur Verfügung stehende Dargebot des Stadtgebietes hinaus möglich. Die Auswirkungen der Maßnahme bzw. die Ausdehnung des Einzugsgebietes würden weit über die Stadtgrenzen hinaus reichen.

Das gesamte Stadtgebiet Korschenbroich wird von Einzugsgebietsflächen von Wasserwerken belegt (Anl. 1.2). Weiterhin ist das gesamte Grundwasserdargebot im Stadtgebiet und Randbereichen wasserrechtlich vergeben. Damit bedeutet jede größere und längerfristige bzw. dauerhafte zusätzliche Grundwasserentnahme einen erheblichen Eingriff in bestehende Wasserrechte. Durch Verkleinerung benachbarter Einzugsgebiete wird deren Dargebot verringert, durch Verschwenkungen von Einzugsgebieten können ungünstige Fakten geschaffen werden. Letzteres betrifft v.a. das WW Driesch, an dessen östlichem Einzugsgebietsrand ein PER-Schaden vorliegt, durch den bisher 2 von 8 Brunnen betroffen sind. Durch eine Verschwenkung des Einzugsgebietes nach Osten, wie bei größeren Grund-

wasserentnahmen im östlichen Teil von Korschenbroich zu erwarten wäre, würde der Schadensherd statt am Einzugsgebietsrand in einer Mittellage liegen mit der Folge, dass mehr Brunnen von dem Schaden betroffen wären und weitere Aufbereitungsanlagen (Aktivkohlefilter) installiert werden müssten. Weiterhin ist eine Verlagerung der Kulmination nach Norden zu vermeiden, da andernfalls ein Zutrag belasteter Wässer aus dem Nordkanal (dieser führt i.w. Kläranlagenwässer) zur Fassungsanlage zu besorgen wäre. Auch das östlich an das Einzugsgebiet des WW Driesch angrenzende Einzugsgebiet des WW Broichhof darf nicht weiter nach Osten verlagert werden, da andernfalls die dztg. knapp außerhalb des Einzugsgebietes liegende Deponie Grefrath im Einzugsgebiet liegen würde.

Grundwasserentnahmen in größerem Umfang würden eine grundlegende Neuordnung der Wasserrechtssituation erfordern.

6.2.2.8 Kostenschätzungen

Nachfolgend werden Kostenabschätzungen für einzelne hydraulische Maßnahmen (Bau- und Betriebskosten) tabellarisch zusammengestellt, die in Abschn. 6.3 für die Grobkostenschätzung von Gesamtmaßnahmen herangezogen werden.



Tab. 6.4: Abschätzung Baukosten hydraulischer Maßnahmen

Position	Kosten (DM)
Vertikalbrunnen (Leistung 215 m³/h) Bohrung 30 m, D=700 mm, Ausbau PVC / Edelstahl-Wickeldraht, DN 300, Pumpe 22 KW, Steigleitung, DN 150, Schacht, Brunnenkopf Edelstahl, Armaturen, Frequenzsteuerung, DFÜ, Software, Fließbild, PC, Klarpumpen, Entwickeln, Pumpversuche, Installationsarbeiten	140.000,--
Vertikal-Brunnen (Leistung 400 m³/h) Bohrung 30 m, D=1.000 mm, Ausbau PVC / Edelstahl-Wickeldraht, DN 500, Pumpe 55 KW, Steigleitung, DN 200, Schacht, Brunnenkopf Edelstahl, Armaturen, Frequenzsteuerung, DFÜ, Software, Fließbild, PC, Klarpumpen, Entwickeln, Pumpversuche, Installationsarbeiten	230.000,--
Horizontalbrunnen: (Leistung 3 x 400 m³/h) mit 6 Strängen DN 200 à 40 m Länge; 3 Pumpen à 55 KW	3.200.000,--
"Hausbrunnen" (Leistung 50 m³/h) Bohrung 15 m, D=320 mm, Ausbau DN 150, Pumpe, Brunnenkopf, Armaturen zzgl. Ableitung	25.000,--
Sickerschlitz mit Sickerrohr Tiefe 5 m, Breite 1,5 m, Sickerrohr DN 300, Schächte DN 1500	3.000,--/lfdm
Transportleitung incl. Verlegung in 0,8 m Tiefe DN 200 PEHD DN 600 Polyethylen oder duktiles Gussrohr	400,--/lfdm 900,--/lfdm
Grundwassermessstelle DN 50 à 15 m	7.000,--
Vorflutgraben , 3,5 m Tiefe, Böschungen 1 : 1,5, Sohlbreite 1 m 21,9 m ³ Grabenaushub Bodenklasse 3 -5, Abtransport, Entsorgung, Grunderwerb (landwirtschaftliche Fläche), Sohl- und Uferbefestigung	2.500,--/lfdm
Vorflutgraben , 4,5 m Tiefe, Böschungen 1 : 1,5, Sohlbreite 1 m 34,9 m ³ Grabenaushub Bodenklasse 3 -5, Abtransport, Entsorgung, Grunderwerb (landwirtschaftliche Fläche), Sohl- und Uferbefestigung	3.800,--/lfdm
Schneckenpumpe Förderhöhe 5 m, 500 l/sec (32 KW), Ortbetontrog	120.000,--
Sickerschlitz (für Reinfiltration) Länge 40 m, Breite 1 m, Tiefe 6 m, incl. Kopf, Armaturen zzgl. Grunderwerb	250.000,--
Überlauf Baggersee Herrenshoff Überlaufbauwerk, 840 m Transportleitung DN 500 zur Niers, 8 Revisionschächte DN 1500, Einleitbauwerk an der Niers mit Sohlbefestigung, Rückstauklappe	900.000,--

Tab. 6.5: Abschätzung der jährlichen Betriebskosten hydraulischer Maßnahmen

Position	Kosten (DM)
Vertikalbrunnen (Leistung 215 m³/h)	
Stromkosten (Pumpe 22 KW; KWh à DM 0,25: DM 5,50/h; 8.760 Jahrestunden)	48.180,--
Wartungskosten, Kamerabefahrung, Regenerierung (alle 2 Jahre)	4.500,--
Funktionsprüfung monatlich	1.200,--
Einleitungsgebühren: ca. DM 0,10 bis 2,--, bei großen Mengen ggf. verhandelbar	EP
Vertikal-Brunnen (Leistung 400 m³/h)	
Stromkosten (Pumpe 55 KW; KWh à DM 0,25: DM 13,75/h; 8.760 Jahrestunden)	120.450,--
Wartungskosten, Kamerabefahrung, Regenerierung (alle 2 Jahre)	4.500,--
Funktionsprüfung monatlich	1.200,--
Einleitungsgebühren: ca. DM 0,10 bis 2,--, bei großen Mengen ggf. verhandelbar	EP
"Hausbrunnen" (Leistung 50 m³/h)	
Stromkosten (Pumpe 13 KW; KWh à DM 0,25: DM 3,25/h; 8.760 Jahrestunden)	28.470,--
Einleitungsgebühren: ca. DM 0,30 bis 2,00	EP
Gewässerunterhaltung (kleine Gräben)	
Entkrautung, 2 x jährlich	22,--/lfdm
Sohlgründräumung incl. Abtransport, Entsorgung, Spülen Rohrdurchlässe, alle 5 Jahre	10,--/lfdm
Pumpwerk (Schneckenpumpe), 500 l/sec	
Stromkosten (Pumpe 32 KW; KWh à DM 0,25: DM 8,00/h; 8.760 Jahrestunden)	70.080,--
Wartung	2.000,--

Hinzu kommen Substitutionskosten (z.B. für Pumpen ca. alle 10 Jahre, für Brunnen ca. alle 20 Jahre).

6.3 Mögliche Gesamtlösungskonzepte für das Stadtgebiet

6.3.1 Vorbemerkungen

Unter Zugrundelegung der maximal möglichen Grundwasserstände nach der Prognose des Erftverbandes (s.a. Abschn. 5.4.1) kommen folgende Lösungsansätze in Betracht:

- Große hydraulische Lösung.
- Ausschließlich bautechnische Gesamtlösung.
- Kombination aus hydraulischen und bautechnischen Lösungen
 - Ausschließlich Kappen von hohen Grundwasserspitzen,
 - Grundwasserentnahme im Rahmen der Dargebotes,

- Grundwasserentnahme mit Überschreitung des Dargebotes und Anpassung an die statistische Verteilung örtlich festgestellter Betroffenheiten.

Alle hydraulischen Maßnahmen können hier nachfolgend nur qualitativ beschrieben werden; die Wirksamkeit, Entnahmemengen, Optimierung von Anzahl und Lage von Entwässerungseinrichtungen, die gegenseitigen Beeinflussungen und Verschiebung dztg. Einzugsgebietsgrenzen und mögliche schädliche Auswirkungen sind noch durch gesonderte Untersuchungen, insbesondere modelltechnische Berechnungen (s. Abschn. 6.4), zu ermitteln.

Da der Umfang der Maßnahmen nur sehr grob abgeschätzt werden kann, gilt dies für die Kosten gleichermaßen. Hier kommen noch Unsicherheiten bezüglich der Möglichkeiten der Ableitung der Wässer über vorhandene Fließgewässer und ggf. der Aufwand für deren Anpassung an die abzuleitenden Wassermengen hinzu. Bezüglich der Ableitungsmöglichkeiten über vorhandene Gewässer müssen zunächst noch die anfallenden und genehmigungsfähigen Grundwassermengen konkretisiert werden.

Bezüglich der nachfolgend genannten erforderlichen Grundwasserabsenkungsbeträge ist anzumerken, dass diese sich auf die Gebäude beziehen. Die Absenkungsbeträge in den Brunnen oder anderen Fassungen sind aufgrund der Geometrie des Absenkungstrichters naturgemäß noch höher und müssen in ihnen mit wachsender Entfernung von einem trockenzuhaltenden Gebäude zunehmen.

Hinsichtlich der in Abhängigkeit von der dztg. Lage im Absenkungstrichter der Tagebausümpfung verschiedenen Zeitpunkte erforderlicher Inbetriebnahmen von Entwässerungseinrichtungen wird auf den Abschnitt 6.2.2.1.4 verwiesen.

6.3.2 Große hydraulische Lösung

Bei der großen hydraulischen Lösung wird von allen Gebäuden im Stadtgebiet das Grundwasser durch Wasserhaltungsmaßnahmen dauerhaft fern gehalten, aus Sicht der betroffenen Bürger sicherlich die beste und anzustrebende Lösung. Dies setzt voraus:

- In allen, auch in den nur bei höchsten zu erwartenden Grundwasserständen betroffenen Ortslagen werden Grundwasserabsenkungsmaßnahmen installiert und nahezu durchgängig betrieben,
- Bezüglich der höchsten zu erwartenden Grundwasserstände wären in einigen Ortsteilen bereichsweise Grundwasserabsenkungen bis 2,5 m erforderlich,
- Bezogen auf die mittleren Grundwasserstände der 60er Jahre beträgt die Absenkung bis zu 1,5 m,

- In allen bisher untersuchten betroffenen Ortsteilen werden Gebäude schon bei mittleren Grundwasserständen tangiert. Grundwasserentnahmen wären somit fast dauerhaft erforderlich,
- Nur bei äußerst niedrigen Grundwasserständen – wie z.B. in den 70er Jahren – könnten Absenkungsmaßnahmen weitgehend entfallen.

Die aus einer solchen Maßnahme resultierenden und zu hebenden (und abzuleitenden!) Grundwassermengen können nur auf der Grundlage modelltechnischer Berechnungen genauer ermittelt werden. Ohne gesonderte hydraulische Berechnungen ist jedoch bereits erkennbar, dass für eine derart großräumige und umfangreiche Grundwasserabsenkung eine Entnahme erforderlich ist, die **weit** über den derzeitigen, das Dargebot nahezu ausnutzenden Entnahmen liegt. In einer ersten groben Abschätzung kann von zu hebenden Wassermengen in der Größenordnung von 20 bis **30 Mio m³/a** ausgegangen werden. Die entsprechenden Einzugsgebietsflächen betragen unter Ansatz einer mittleren Grundwasserneubildungsrate von 6,9 l/s*km² rund 92 km² (20 Mio m³/a) bzw. 138 km² (30 Mio m³/a). Bei einer Fläche des Stadtgebietes von 55 km² würde das Einzugsgebiet damit weit über die Stadtgrenzen hinaus reichen. Aufgrund der intensiven wasserwirtschaftlichen Nutzungen des Grundwasserleiters im näheren und weiteren Umfeld von Korschenbroich steht eine entsprechende Regenerationsfläche dztg. nicht zur Verfügung. Eine solche Entnahme ist damit nicht bzw. nur schwer genehmigungsfähig.

Weitere kritische Punkte sind:

- Die Maßnahme steht nicht im Einklang mit dem WHG.
- Die Maßnahme hätte Auswirkungen auf benachbarte Gebiete, in denen Grundwasserabsenkungen schädliche Auswirkungen haben (Abschn. 6.2.2.4) und deshalb nicht akzeptiert werden (Stadt Mönchengladbach).
- Weiträumige Beeinflussung/Beschneidung benachbarter Einzugsgebiete vorhandener Wasserwerke.
- Das gehobene Wasser kann in dem Umfang nicht genutzt werden und müsste zum größten Teil in eine leistungsfähige oder dafür auszubauende Vorflut schadlos abgeleitet werden.

Abschätzung des Umfangs einer rein hydraulischen Maßnahme

Für eine Grundwasserabsenkung in dem erforderlichen Umfang kommt bevorzugt der Einsatz von Vertikalfilterbrunnen in Betracht. Die Brunnen sind dort anzuordnen, wo die größte Betroffenheit vorliegt und/oder die größten Absenkungsbeträge erforderlich sind (Konzentration von Gebäuden mit extrem großer Einstauhöhe des Grundwassers). Ein Schwerpunkt ist aufgrund der großen Betroffenheitsdichte Kleinenbroich. Bei einer Absenkung über Brunnen dort ist eine (positive) Auswirkung über den Ortsteil hinaus bis nach Vorst und Raderbroich zu erwarten.

Die meisten Bäche hätten bei einer solchen Absenkung über weite Strecken wie bisher auch keine Vorflutfunktion für das Grundwasser und könnten zumindest mit Teilmengen der gehobenen Wässer gespeist werden. Hierbei sind jedoch Aussickerungen und deren Auswirkung auf die Wasserhaltung zu berücksichtigen.

Die erforderliche Anzahl von Brunnen kann nur grob anhand der Geometrie der Absenkungstrichter von Einzelbrunnen und deren sich überlagernden Wirkungen wie folgt abgeschätzt werden:

Kleinenbroich	10	
Raderbroich	3	
Herrenshoff	3	(zzgl. Absenkung Baggersee auf ca. 37 m ü. NN)
Neersbroich	3	
Pesch	5	
Steinhausen/Drölsholz	4	
Südostrand Korschenbroich	3	
Schlich	1	
Glehn	5	
Steinforth	1	
Summe	38	

Die Ableitung des Wassers müsste voraussichtlich überwiegend über Transportleitungen bis zum Nordkanal, ggf. auch darüber hinaus bis zum Rhein erfolgen.

6.3.3 **Ausschließlich bautechnische Gesamtlösung**

Bei der bautechnischen Gesamtlösung wird auf jegliche Unterstützung durch hydraulische Maßnahmen verzichtet. Die schädlichen Auswirkungen eines Grundwasseranstiegs werden ausschließlich durch eine Ertüchtigung der Baukörper nach den in Abschn. 6.2.1.1 beschriebenen Verfahren, bevorzugt nachträglicher Einbau einer "schwarzen Wanne", verhindert. Ziel ist dabei, für jedes Objekt im Stadtgebiet zu jedem Zeitpunkt eine uneingeschränkte Nutzung des Kellergeschosses auf hohem bauphysikalischen Niveau zu gewährleisten. Nach den bisher vorliegenden Daten muß von ca. 3.500 Einzelobjekten mit unterschiedlichem Grad der Betroffenheit ausgegangen werden.

6.3.4 Bewertung der ausschließlich hydraulischen und bautechnischen Maßnahmen

6.3.4.1 Ökonomische Projektbewertung

Die rein ökonomische Projektbewertung beantwortet die Fragen:

- ist das Projekt wirtschaftlich (absolute Wirtschaftlichkeit),
- ist das Projekt wirtschaftlicher als andere Projektalternativen (relative Wirtschaftlichkeit).

Wirtschaftlich relevante Projektauswirkungen (z.B. Nutzen, Kosten) werden in Geldwerten ausgedrückt. Alle Kosten (Baukosten, Reparatur-, Ersatz-, Ergänzungs- und Betriebskosten) sind dabei zu erfassen und in ihrer zeitlichen Entwicklung zu bewerten.

Das einfachste ökonomische Bewertungssystem ist die **Kostenvergleichsrechnung**. Sie vergleicht lediglich die Kosten verschiedener Alternativen mit der Maßgabe, nach dem Sparsamkeitsprinzip die kostengünstigste (bei angenommener Nutzengleichheit) auszuwählen.

Eine Alternative hierzu ist die **Kosten-Nutzen-Analyse**. Sie vergleicht und bewertet lediglich die monetär, d.h. in Barwerten erfassten Kosten und Nutzen zum Bezugszeitpunkt. Bei Vergleich mehrerer Varianten ist i.d.R. die vorzuziehen, die den größten Kapitalwert (K) aufweist (Kapitalwert = Summe der Nutzenbarwerte - Summe der Kostenbarwerte). Dabei ist zu fordern, dass $K > 1$ ist.

Ist der ökonomische Nutzen zweier Maßnahmen als gleich zu unterstellen, geht die Kosten/Nutzenbewertung in die Kostenvergleichsrechnung über. Dies kann im vorliegenden Fall bei dem Vergleich der ausschließlich technischen mit der großen hydraulischen Lösung (100 %) unterstellt werden.

6.3.4.2 Ökologische Projektbewertung

Bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen ist i.d.R. ein signifikanter Eingriff in Natur und Umwelt und somit in das Ökosystem zu erwarten. Da sie einen hohen Kapitalbedarf erfordern und langfristig Ressourcen binden, entstehen starke Wechselwirkungen zwischen Technik, Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft /L19/. Eine Entscheidung für eine hydraulische Maßnahme bedingt also eine sorgfältige Abwägung der positiven und negativen Folgewirkungen. Die Projektfolgeabschätzung hinsichtlich der Umweltqualität hat damit einen sehr hohen Stellenwert, insoweit geht die ökologische Projektbewertung in ihrem Anspruch über die Vorschriften der Umweltverträglichkeitsprüfung häufig hinaus.

6.3.4.3 Bautechnische Lösung

6.3.4.3.1 Ökonomische Bewertung (Schätzung)

Geht man von den geschätzten 3.500 betroffenen Objekten aus (s. Abschn. 5.4.2) und einer nachträglich zu sichernden Fläche von i.M. $100 \text{ m}^2/\text{Objekt}$, ergibt sich eine Gesamtfläche von ca. 350.000 m^2 . Bei spezifischen Kosten in der Größenordnung von DM 750 bis $1.300/\text{m}^2$ (s. Abschn. 6.2.1.4) berechnet sich ein Gesamtinvest zwischen 260 - 450 Mio DM. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieses Invest wegen der zeitlichen Verschiebung in den Auswirkungen der Grundwasserentnahme durch Rheinbraun tatsächlich über einen größeren Zeitraum gestreckt erforderlich wird.

6.3.4.3.2 Ökologische Bewertung

Bei einer ausschließlich bautechnischen Lösung vereinfacht sich die Bewertung, da keine ökologischen Zielkonflikte gegeben sind. Umweltqualität, Regionalentwicklung und die volkswirtschaftliche Gesamtentwicklung werden nicht behindert.

6.3.4.4 Hydraulische Maßnahmen

6.3.4.4.1 Ökonomische Bewertung (Schätzung)

Bei einer 100 % Absenkung ist nach einer ersten groben Schätzung, die durch Modellberechnungen noch abzusichern ist, von 38 über das Stadtgebiet verteilte Brunnen auszugehen (s. Abschn. 6.3.2). Mit den Kostenansätzen nach Tab. 6.4 und Tab. 6.5 und grob abgeschätzten Massen ergeben sich die in Tab. 6.6 zusammengestellten Kosten.

Die Kosten gliedern sich in:

- Investitionskosten, die einmalig anfallen,
- zeitabhängige Kosten.

Zu den ersteren gehören die Aufwendungen für die Herstellung des Entwässerungssystems einschließlich Ableitung. Diese Kosten können unter Berücksichtigung der jeweiligen Randbedingungen relativ genau auf der Grundlage heutiger Kosten ermittelt werden.



Tab. 6.6: Kostenschätzung große hydraulische Maßnahme

	Menge	Einheit	EP (DM)	GP (DM)	Bemerkungen
Baukosten Wasserhaltung					
Brunnen incl. Frequenzsteuerung	38	Stück	140.000	5.320.000	(Tiefe 30 m, Ausbau DN 300, Q ca. 200 m³/h)
Ableitung DN 200	19.000	m	400	7.600.000	je Brunnen geschätzt i.M. 500 m
Sammelleitung DN 600	16.000	m	900	14.400.000	Ableitung in Nordkanal
Sammelleitung DN 600	3.000	m	900	2.700.000	zur Enteisung südlich Büttgen
Sonstige (Bau-)Kosten					
Entschlammung Nordkanal	1	Stück		3.900.000	Kostenschätzung Stadt Neuss 1984 incl.. Teuerungsrate 2 %/a
ggf. Entsorgung Schlamm	Bedarfspos.				erforderl., wenn belastet bzw. nicht verwertbar
Pumpwerk Nordkanal zur Obererft	1	Stück		2.500.000	
Überlauf Baggersee Herrenshoff	1	Stück		900.000	
Enteisungsanlage für 4,5 Mio m³/a	1	Stück		2.700.000	
Reinfiltrationsbauwerke für 4,5 Mio m³/a	9	Stück	250.000	2.250.000	Sickerschlitze (L40 m,B 1 m,T 6 m)
Unvorhergesehenes (10 % der Baukosten)				4.227.000	
Planung (10 % der Baukosten)				4.227.000	
Summe Baukosten				50.724.000	
jährliche Betriebskosten					
Brunnen, Betrieb	38	Stück	53.880	2.047.440	ggf. zzgl. Aufbereitungskosten
Brunnen, Substitution	38	Stück	8.100	307.800	Pumpen alle 10 Jahre, Brunnen alle 20 Jahre
Einleitungsgebühren	25 Mio	m³/a	0,13	3.250.000	Gebühren nur sehr grob abschätzbar
Enteisung für Reinfiltr., Pumpkosten	4,5 Mio	m³/a	0,15	675.000	
Entschlammung Nordkanal	0,1	Stück	3.900.000	390.000	ca. alle 10 Jahre
Koordinierungsstelle GW-Management				200.000	
Steuerung, Monitoring	1	Stück		300.000	
Kompensationsmaßnahmen	1	Stück		1.000.000	Umfang nur sehr grob abschätzbar
Sonstiges (10 % der Betriebskosten)				817.024	Umfang nur sehr grob abschätzbar
Summe jährliche Betriebskosten				8.987.264	

Die zeitabhängigen Kosten sind solche für Betrieb, Wartung, Reparatur Monitoring, Substitution, Organisation etc.

Die **Folgekosten** lassen sich generell unterteilen in:

- **kalkulierbare Kosten,**
- **bedingt kalkulierbare Kosten** (z.B. Kostensteigerungen für technische Einrichtungen),
- **nicht kalkulierbare Kosten** (aufgrund von Änderungen gesetzlicher Grundlagen, unvorhersehbare Schäden infolge Versagens von Einrichtungen, katastrophale Ereignisse. Hier kommen eher versicherungstechnische Überlegungen zum Tragen. Auch durch Risikobetrachtungen können hier nur ansatzweise die möglichen Kosten ermittelt werden, da kaum statistische Angaben zur Versagungswahrscheinlichkeit und zu den Häufigkeiten des Eintretens von Schäden verfügbar sind).

Die Investitionen (Baukosten) sind als feste Größe eingeführt worden. Berücksichtigt man in Abhängigkeit von der Finanzierungsart noch einen Kalkulationszinssatz und eine Tilgungsrate, können sich die Gesamtkosten wie auch die spezifischen Kosten noch deutlich erhöhen.

Die Entwicklung der Kosten über die Zeit ist in Abb. 6.18 für die getroffenen Annahmen grafisch dargestellt worden. Linie A geht von 9 Mio DM Folgekosten/Jahr aus, Linie B von 5,75 Mio. DM/Jahr. Bei Linie B sind die Kosten für die Einleitungsgebühren weggelassen worden. Die Kurven berücksichtigen keine Geldwertänderungen. Zur Berücksichtigung von realen Preisänderungen (nominale Preisänderungen liegen höher als die Rate der Geldwertänderung) ist in den Linien A* und B* jeweils eine Preissteigerungsrate von 1 % eingerechnet worden. Auch diese Berechnungen haben nur einen überschläglichen Charakter, sie sind im Rahmen von Empfindlichkeitsprüfungen auf der Grundlage konkreter Planungsdaten noch zu optimieren. Zum Vergleich sind auch die Kosten für rein bautechnische Maßnahmen mit dargestellt.

Bei der hydraulischen Maßnahme schlagen im Vergleich zu den Investitionskosten die Folgekosten (Linie A, A*, B und B*) deutlich durch. Die Kosten für bautechnische Maßnahmen fallen zu Beginn an, die Folgekosten sind vernachlässigbar bzw. können gleich Null gesetzt werden. In Abhängigkeit von der jeweils maßgebenden Referenzkurve nach Abb. 6.18 überschreiten die Gesamtkosten der hydraulischen Lösung die der bautechnischen Lösung in Abhängigkeit von der zugrunde zu legenden Bezugslinie noch innerhalb der Nutzungsdauer (ca. 20 - 70 Jahre). Unter rein ökonomischen Gesichtspunkten und im Hinblick auf die zu fordernde Langfristigkeit (70 bis 80 Jahre) ist die bautechnische Variante damit trotz der höheren Anfangsinvestitionen wirtschaftlicher.

6.3.4.4.2 Ökologische Bewertung

Da die bautechnische Lösung des Problems keinerlei ökologische Konflikte hervorruft, ist auch unter diesem Aspekt die hydraulische Maßnahme wegen ihres massiven und lang andauernden Eingriffs in das Ökosystem ungünstiger. Der Saldo des sog. Mehrkontensystems: volkswirtschaftliche Entwicklung, Umweltqualität, Regionalentwicklung und Raumplanung ist eindeutig negativ. Da auch die Bundeshaushaltsordnung von 1973 fordert: „Für geeignete Maßnahmen von erheblicher finanzieller Bedeutung sind Nutzen-Kosten-Untersuchungen aufzustellen und ökologische Aspekte zu berücksichtigen“, kann dieser wichtige Aspekt auch im vorliegenden Fall nicht ausgeklammert werden.

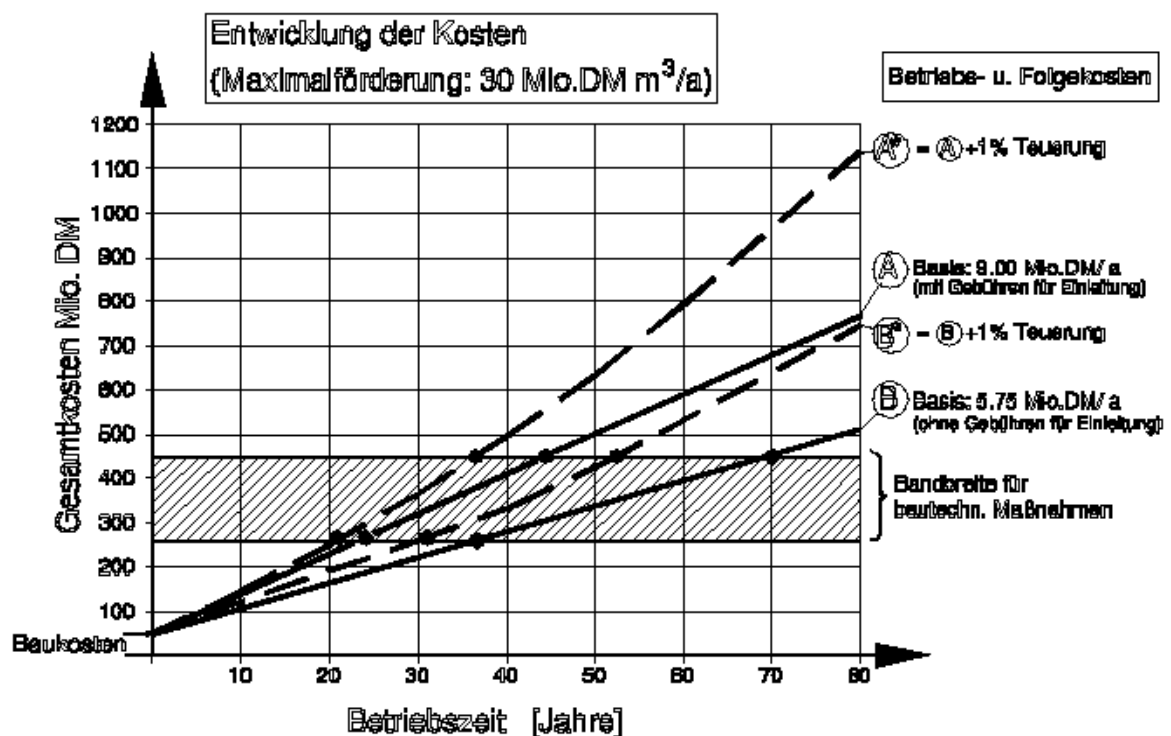


Abb. 6.18: Entwicklung der Kosten für ausschließlich hydraulische oder bautechnische Maßnahmen (Annahmen: Grundwasserförderung: 30 Mio. m³/a; Zahl der betroffenen Objekte: 3.500)

6.3.5 Kombinierte Maßnahmen

6.3.5.1 Kappen von hohen Grundwasserspitzen

Das Kappen hoher Grundwasserspitzen bezieht sich auf Grundwasserstände bis ca. 25 bis 50 cm unter höchstem Grundwasserstand. Diese aus Sicht des Wasserhaushaltes wahrscheinlich noch tolerierbare Grundwasserentnahme kann über Brunnen, die eigens für diesen Fall vorgehalten werden müssen und über lange Zeiträume hinweg außer Betrieb sind, oder teilweise über Grabensysteme erfolgen.

Der Vorteil dieser Maßnahme gegenüber der Lösung mit Förderung in Höhe des Dargebotes (Abschn. 6.3.5.2) liegt darin, dass vorhandene wasserwirtschaftliche Nutzungen nicht beeinträchtigt werden und des weiteren negative Auswirkungen auf Naturhaushalt und Bausubstanz (Setzungsschäden) auszuschließen sind.

Die Wirkung dieser Maßnahme ist naturgemäß jedoch begrenzt, da bei höchstem Grundwasserstand nur relativ wenig Gebäudeunterkanten (ca. 14 bzw. 30 % aller betroffenen Gebäude in den bisher aufgenommenen Ortsteilen, Anzahl = 216 bzw. 475 (nicht erfasste Gebäude entsprechend der erfassten Stichprobe eingerechnet)) vom Grundwasser nur um bis 0,25 bzw. 0,5 m überstaut werden (vgl. Abschn. 5.4.2; das Häufigkeitsmaximum der Überstauhöhen liegt i.d.R. aber zwischen 0,5 und 1 m). Die Anzahl der damit zu sichernden Gebäude in den bisher vollständig erfassten Ortsteilen unter Hochrechnung der nicht erfassten Gebäude beträgt:

Raderbroich	12 / 37 (bei 0,25 / 0,5 m Überstauhöhe)
Herrenshoff	45 / 117
Neersbroich	22 / 32
Pesch	26 / 56
Steinhausen/Drölsholz	31 / 63
Südostrand Korschenbroich	38 / 87
Schlich	8 / 14

Da sich diese relativ geringe Anzahl von Gebäuden jeweils flächig über die Ortsteile verteilen (s. Anl. 6.2) wären auch für eine solche hydraulisch eingeschränkte Maßnahme eine größere Anzahl von Brunnen mit entsprechenden Ableitungen zu installieren und vorzuhalten. Hier stellt sich natürlich die Frage nach dem Kosten-Nutzen-Verhältnis entsprechend den Ausführungen in Abschn. 6.3.4.1. Das Kappen von Grundwasserspitzen würde bei relativ hohen Kosten nur relativ wenigen Objekten zugute kommen. Die übrigen Objekte müssten durch bautechnische Maßnahmen gesichert werden. Weiterhin läge gemäß der in Abschn. 5.4.1 getroffenen Festlegung die Grundwasseroberfläche bei einem Einstau

von 0 bis 0,29 m noch unter OK Kellerboden, d.h. in der Bodenplatte. In den linienhaft ausgebildeten Ortsteilen Raderbroich, Südwestteil von Pesch, ggf. Südostrand von Korschenbroich könnten diese Spitzen auch von etwa 2 bis 3,5 m tiefen Vorflutgräben (jedoch Pumpwerke erforderlich!) gekappt werden.

Die Entscheidung für Vorflutgräben mit Pumpwerken oder Brunnen mit einer Optimierung unter Kosten/Nutzenaspekten bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Bezüglich einer Grundwasserentnahme nur bei hohen Grundwasserständen („Kappen von Spitzen“) ist folgendes anzumerken: Wasserwirtschaftliche Dargebotsbetrachtungen erfolgen für mittlere meteorologische Verhältnisse und damit mittlere Grundwasserneubildungsraten, welche die Schwankungen nach oben und unten bereits beinhalten. Werden die in nassen Jahren resultierenden hohen Grundwasserstände durch Wasserhaltungsmaßnahmen gekappt, wird dem Grundwasserleiter Wasser entzogen, welches zum Ausgleich trockener Jahre benötigt wird. Die mittlere Neubildung steht demnach für die Wasserversorgung nicht mehr zur Verfügung, der Mittelwert des Grundwasserdargebotes würde nach unten verschoben. Dies ist insbesondere in einem wasserwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiet wie dem vorliegenden von Relevanz. Ein wasserwirtschaftlich verträgliches Kappingsmaß müsste noch anhand der Überschreitungshäufigkeiten und –dauer bestimmter hoher Grundwasserstände festgelegt werden.

Wenn keine größeren hydraulischen Maßnahmen ergriffen werden, kann die Reaktivierung des alten Grabensystems aus den 50er Jahren (Einzelheiten hierzu liegen dem Geot. Büro nicht vor) erforderlich werden. Dies vor allem als Beitrag zur Kappung von Hochwasserspitzen und zur Wiederherstellung der hydraulischen Situation im Bereich der älteren Bebauung von vor 1970, die andernfalls erstmalig Vernässungen erfahren könnte.

Als unterstützende Maßnahme sollten alle vorhandenen Bäche und Gräben regelmäßig unterhalten werden. Durch eine Entschlammung und Entkrautung ist eine spürbare Erhöhung der Abflussleistung möglich.

6.3.5.2 Hydraulische Maßnahmen im Rahmen des Dargebotes

Dztg. sind im Stadtgebiet einschließlich Randbereiche Wasserrechte in Höhe des Dargebotes vergeben, die jedoch nicht vollständig genutzt werden (Abschn. 4.6.1). Eine prinzipiell genehmigungsfähige Lösung – da im Einklang mit dem WHG - könnte eine Grundwasserhaltung mit Optimierung der Lage von Brunnen, der Entnahmemenge sowie deren Steuerung (höhere Entnahme in Zeiten hoher Grundwasserstände, geringere oder keine Entnahme bei niedrigen Grundwasserständen) im Rahmen des

Dargebotes unter dessen vollständiger Nutzung sein. Die grundwasserstandsabhängige Brunnenentnahme erschwert eine Nutzung der geförderten Wässer, da die Förderung nicht bedarfsgesteuert und nicht prognostizierbar sein kann. Voraussetzung hierfür wäre jedoch ein weitgehender Verzicht der Wasserrechtsinhaber auf ihre Rechte ggf. gegen Entschädigung oder Ersatzwasserlieferungen. Neben den Rechten des ab Juni 2001 nicht mehr betriebenen WW Lodshof/Waldhütte (4,22 Mio m³/a) der NVV wären dies v.a. das Einzugsgebiet des WW Hoppbruch (4,61 Mio m³/a) der NVV sowie ggf. größere Rechte für Feldberegnungen und anderer gewerblicher/privater Entnehmer (Summe rund 1 Mio m³/a). Ein Weiterbetrieb des WW Driesch in Höhe des Wasserrechtes hingegen ist wegen dessen (geringen) Auswirkungen auf Ortsteile von Kaarst auch im Sinne der Grundwasserproblematik sinnvoll.

Bei Freiwerden dieser Wasserrechte in Höhe von zusammen rund 9,8 Mio m³/a ist eine ersatzweise Anlage von Wasserhaltungsbrunnen in betroffenen Ortsteilen möglich. Für den mit dieser Maßnahme nicht fassbaren Rest der Gebäude wären bautechnische Maßnahmen und/oder Nutzungsänderungen vorzusehen.

Hydraulische Maßnahmen mit Förderung in Höhe des Dargebotes können jedoch nur für einen begrenzten Anteil der betroffenen Gebäude und/oder der betroffenen Orte auf Dauer Problemfreiheit verschaffen. In einer ersten Annäherung können mit einer solchen Maßnahme etwa 30 bis 40 % der bisher erfassten betroffenen Gebäude trocken gehalten werden. Eine Optimierung dieser Maßnahme unter Berücksichtigung des Nutzens (z.B. Brunnen nur in Bereichen mit hoher Betroffenheitsdichte und Lage des gesamten Absenkungstrichters in bebauten Flächen wie z.B. Kleinenbroich, Herrenshoff, Pesch) und der resultierenden Einzugsgebiete (Konfliktfreiheit bezüglich vorhandener Einzugsgebiete/Schutzzonen) bleibt weiteren Untersuchungen auch unter Einbeziehung der noch ausstehenden restlichen Ergebnissen der Gebäudebestandsaufnahme vorbehalten.

Bei einer Förderung in Höhe des Dargebotes können negative Auswirkungen auf Naturhaushalt und Bausubstanz (Setzungsschäden) weitgehend ausgeschlossen werden. Ausnahmen können je nach Absenkziel bebaute Bereiche bilden, die unmittelbar an absenkungssensible Flächen grenzen (z.B. Raderbroich – nördlich angrenzender Bruchwald).

6.3.5.3 Lösung mit Optimierung des Nutzens einer Grundwasserabsenkung

Eine Lösung mit einer Optimierung des Nutzens einer Grundwasserabsenkung bedeutet, dass das Absenkziel so bemessen wird, dass alle Gebäude mit Lage im Häufigkeitsmaximum der Einstauhöhe trocken gehalten werden, die tiefer liegenden incl. der einzelnen Extremwerte (Einstauhöhen > 2,25

m) jedoch nicht. Entsprechend der Häufigkeitsverteilungen gem. Abb. 5.11 und 5.13 würden damit über 80 % aller vom Grundwasser betroffenen Gebäude trocken gehalten werden können.

Das „optimale“ Absenkziel mit einer Erfassung von mindestens 80 % aller betroffenen Gebäude ist ortsdifferenziert festzulegen und liegt in den bisher vollständig erfassten Ortsteilen – bezogen auf den höchsten Grundwasserstand - bei folgenden Absenkungsbeträgen (Absenkung bezogen auf GW-max / % der trocken gehaltenen Gebäude):

Raderbroich	1,25 m / 92 %
Herrenshoff	1,25 m / 84 %
Neersbroich	1,0 m / 85 %
Pesch	1,5 m / 83 %
Steinhausen/Drölsholz	1,5 m / 84 %
Südostrand Korschenbroich	1,25 m / 89 %
Schlich	1,25 m / 80 %

Neben dem prozentualen Anteil ist bei einer Optimierung die Anzahl der Häuser relevant, die damit trocken gehalten werden. In kleinen Orten wie z.B. Schlich mit einer Anzahl von insgesamt „nur“ ca. 30 betroffenen Gebäuden (nicht erfasste Gebäude bereits eingerechnet) oder in Orten mit geringer Betroffenheitsdichte wie z.B. Neersbroich (vgl. Anl. 6.2) ist der Kosten/Nutzen-Aspekt von Absenkungsmaßnahmen ungünstig.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht wäre weiterhin eine Optimierung hinsichtlich Entnahmemenge/Anzahl erfasster Gebäude ortsdifferenziert zu untersuchen. Dies kann aber erst nach Vorliegen des Gebäudekatasters mit allen bisher nicht ausgewerteten Detailinformationen erfolgen.

Für die hydraulisch nicht erfassten Gebäude sind zwangsläufig bautechnische Maßnahmen vorzusehen.

Auch bei diesen oben stehenden Absenkungsbeträgen ist eine Grundwasserentnahme erforderlich, die das vorhandene Dargebot (ca. 20 Mio m³/a) deutlich übersteigt. Der erforderliche Umfang von Entwässerungseinrichtungen und Ableitungen und damit die Baukosten ist ähnlich wie der für die "Große hydraulische Lösung". Hinzu kämen jedoch Baukosten für bautechnische Maßnahmen. Die Betriebskosten hingegen sind aufgrund geringerer Fördermengen niedriger (v.a. aufgrund geringerer Stromkosten für die Pumpen und Einleitungsgebühren).

Die Nachteile möglicher schädlicher Auswirkungen (Abschn. 6.2.2.4) und damit möglicher Folgekosten sowie eines erheblichen Eingriffs in bestehende Wasserrechte betreffen auch diese Lösung.

6.3.6 Kosten-Nutzen-Risikoabschätzung für Einzelobjekte

Die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) wurde in Abschn. 6.3.4.1 bisher ausschließlich auf den Vergleich unterschiedlicher Sicherungssysteme (bautechnisch-hydraulisch), bezogen auf die Gesamtheit der betroffenen Einzelobjekte und das Sicherungsziel: 100 %-ige Schadensabwehr für alle Zeiten angewendet.

Es erscheint jedoch im vorliegenden Fall geboten, außerhalb des Systemvergleichs die KNA auch auf Einzelobjekte anzuwenden. Bei der 100 %-Lösung entstehen für jedes betroffene Objekt unabhängig von der Intensität der Betroffenheit (Eintauchtiefe, Häufigkeit, Dauer) systemabhängig hohe Investitions- und ggf. Folgekosten (s. Abb. 6.18). Der Nutzen, der aus diesem Invest zu ziehen ist, ist für jedes Einzelobjekt anders, er nimmt generell (s.a. Abb. 5.1) mit der Überschreitungshäufigkeit $N_{\bar{u}}$, der absoluten und relativen Überschreitungsdauer $T_{\bar{u}}$ bzw. $T_{\bar{u} \text{ rel}}$ zu. Für Objekte, deren Kellerfußboden bzw. bei denen die kritische Gebäudehöhe (OK Kellerfußboden - 0,3 m) nur geringfügig (ca. 0,25 bis 0,50 m) unter dem prognostizierten Maximalwasserspiegel liegt, nimmt das Risiko und der Grad einer Beeinträchtigung und damit auch der Nutzen aus dem Invest ab. Die Kosten-Nutzen-Relation ist damit zwangsläufig sehr ungünstig.

Bei Investitionskosten für ein Einzelobjekt von z.B. DM 100.000,-- für eine bauliche Lösung oder auf mehrere Jahrzehnte hochgerechnete Investitions- und Folgekosten von z.B. DM 250.000,-- für eine hydraulische Maßnahme ist - unabhängig davon, wer für die Kostenübernahme eintreten muss - zu fragen, wie viele monetär zu bewertende Schadensereignisse akzeptiert werden können oder auch müssen, um bei rein ökonomischer Betrachtung noch mit einem positiven Kapitalwert (= Nutzenbarwerte - Kostenbarwerte) abzuschließen. Bei der monetären Bewertung der Schadensereignisse sind die Kosten für die Schadensbeseitigung und ggf. auch für Nutzungsausfälle etc. realistisch in Ansatz zu bringen. In Kurzform: Anstelle einer hohen Investition für Bau- und Folgekosten einschließlich dem daraus resultierenden Kapitaldienst kann es wirtschaftlicher und auch zumutbar sein, in Abständen von mehreren Jahren jeweils kurzfristige Betroffenheitsszenarien zu akzeptieren. Die Grenze für ein noch positives Kosten-Nutzen-Verhältnis muß für jedes Einzelobjekt festgelegt werden auch unter Einbeziehung der Nutzungsart und den individuellen Einzelansprüchen der Eigentümer an die Nutzung.

6.4 Weiterführende Untersuchungen

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden mögliche Maßnahmen beschrieben und qualitativ der Nutzen und die Wirkungszusammenhänge aufgezeigt. Hydraulische Maßnahmen, die zum einen die Abwehr gebäudeschädlicher Grundwasserstände bewirken sollen, zum anderen schädliche Aus-

wirkungen auf Dritte und die Ökologie ausschließen sollen, setzen die Kenntnis der maßgeblichen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge voraus. Nur dann erscheint es möglich, die absehbaren Nutzungskonflikte zwischen wasserwirtschaftlichen, ökologischen und gebäudebezogenen Anforderungen zu lösen. Hierzu sind im Sinne einer Vorplanung weitere Untersuchungen erforderlich.

Weitere Planungen können sinnvoll erst nach Vorliegen und Auswertung aller Gebäudedaten erfolgen, da erst dann das tatsächliche Ausmaß der Betroffenheit angegeben werden kann. Die Erhebung der Gebäudedaten ist zur Zeit in Arbeit und wird voraussichtlich noch im Sommer 2001, d.h. in einigen Monaten vorliegen.

Weiterhin sind die vorhandenen Altablagerungen hinsichtlich eines Grundwasseranstieges zu bewerten und ggf. standortspezifisch maximal zulässige Grundwasserstände festzulegen, die bei Wasserhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen sind (alternativ: Altlastsanierung).

Die generellen hydrogeologischen Verhältnisse im Stadtgebiet (Aufbau und Eigenschaften des Grundwasserleiters, Fließverhältnisse) sind in ausreichender Genauigkeit bekannt, sodass für weitere Planungen allenfalls in geringem Umfang zusätzliche Aufschlussbohrungen oder Grundwassermessstellen erforderlich sind.

Insbesondere in bebauten Auenbereichen und im Verlauf von Vorflutern können Sondierbohrungen zur Erkundung der oberflächennahen Bodenschichten hinsichtlich Mächtigkeit, Grundwasseranschluß und ihrer Tragfähigkeitseigenschaften erforderlich werden.

Weitere Planungen müssen alle hydraulischen Maßnahmen als Gesamtpaket umfassen, da nur so wechselseitige Wirkungsweisen und Abhängigkeiten umfassend berücksichtigt werden können. Hierfür sind u.a. Strömungsmodellierungen erforderlich mit den Zielen der Optimierung der Art, Anzahl, Lage und Entnahmemengen von Wasserhaltungs- und ggf. Reinfiltrationsmaßnahmen sowie der Minimierung von deren schädlichen Auswirkungen. Hierzu zählen

- Ermittlung der Absenkungsbereiche unter Ansatz von Zielvorgaben in bebauten Gebieten,
- Ermittlung der erforderlichen Entnahmemengen und damit abzuleitenden Wassermengen,
- Darstellung der neuen Grundwasserscheiden und Einzugsgebiete,
- Auswirkungen auf bestehende Grundwasserentnahmen, v.a. der Trinkwassergewinnungen,
- Beurteilungsgrundlage für Risikoanalysen (Ökologie, Stabilität von Bauwerken),
- Untersuchung von Reinfiltrationen und oberflächennahen Einleitungen

in einem Untersuchungsraum, der so groß sein muss, dass alle

direkten und Folge-Auswirkungen hinreichend genau festgestellt werden können. Hierfür könnte

möglicherweise sinnvoll das bestehende, bei den Fachbehörden anerkannte Nordraum-Modell der Rheinbraun AG eingesetzt werden. Dessen Modellnetz und -inhalte wären zumindest bereichsweise für diese Aufgabenstellung noch stark zu verfeinern (z.B. Lage und Sohltiefen der Bäche und Gräben, Einbindung der Baggerseen etc.).

Für weiterführende Planungen sind ein Digitales Geländemodell (DGM) und ein Geografisches Informationssystem sinnvoll einzusetzen. Für die Dimensionierung von Vorflutern oder Gräben sind neben den mittels des GW-Modells errechneten Grundwasserabflüssen die oberirdischen Abflüsse unter Berücksichtigung von Starkregenereignissen zu ermitteln sowie die zeitlichen Verläufe von Hochwasserwellen und deren Auswirkungen in den nächsthöheren Vorflutern. Weiterhin ist die Aufnahmekapazität der Fließgewässer für eingeleitete Wasserhaltungswässer sowie die Auswirkungen der hierdurch bedingten Wasserspiegelaufhöhungen auf die Grundwasseroberfläche und einmündende Kanäle zu untersuchen.

Bei der Verlegung bzw. Neuanlage von Trinkwasserbrunnen sind neben o.g. hydraulischen / wasserwirtschaftlichen Untersuchungen Erhebungen zur Grundwasserbeschaffenheit und Ausweisbarkeit von Schutzzonen unabdingbar.

Für Grundwasserentnahmen über 5 Mio m³/a ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich (LWG § 45 (3)). Hierzu zählen Biotopkartierungen und Bewertung der Empfindlichkeit von Biotopen auf Grundwasserabsenkungen (Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes). Die Untersuchungen bilden die Grundlage für die Ableitung einzuhaltender Flurabstände in diesen Gebieten sowie für ein späteres ökologisches Monitoring.

Aufgrund möglicher negativer Auswirkungen von Wasserhaltungsmaßnahmen (s. Abschn. 6.2.2.4) sind vor Beginn von Grundwasserabsenkungen Beweissicherungen erforderlich wie

- Biotopkartierungen und Bewertung der Empfindlichkeit auf Grundwasserabsenkungen (Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes)
- Betrachtungen der Grundwasserstände und ihrer Schwankungen unter Berücksichtigung der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung sowie der Bodenarten und ihrer bodenphysikalischen Eigenschaften auf Flächen mit Flurabständen < 2 m
- in Gebieten mit mächtigeren setzungsempfindlichen Böden offene Beweissicherung an Gebäuden
- Bestandsaufnahme von Gebäuden mit Holzpfehlgründung und offene Beweissicherung
- Bestandsaufnahme aller Entnahmefrühen (mit Wasserrecht): v.a. Tiefe, Entnahmekart (Heberanlagen und Saugpumpe sind absenkungssensibel)

7

Zusammenfassung, Schlussfolgerungen

Im Stadtgebiet Korschenbroich und in den südlich des Nordkanals liegenden Bereichen von Kaarst sind bei natürlicher, unbeeinflusster Grundwassersituation weit verbreitet geringe Flurabstände von < 3 m, in den Niederungen von Niers und Trietbach auch Flurabstände < 1 m zu erwarten. Bedingt durch mehrere Trockenjahre in den siebziger Jahren und zusätzlich verstärkt durch Sumpfungmaßnahmen durch die Rheinbraun AG mit Auswirkungen vor allem im mittleren und südlichen Stadtgebiet ist es zeitweise zu großflächigen Grundwasserabsenkungen gekommen. Vor allem in diesen Zeitabschnitten langjähriger tiefer GW-Stände fiel eine Phase verstärkter Bauaktivität, u.a. durch Ausweisung einiger neuer Baugebiete. Dabei wurden mögliche und langfristig höhere GW-Stände häufig in der Gründungstiefe oder in der Baukonstruktion (z.B. wasserdruckhaltende Dichtung nach DIN 18 195-6) nicht berücksichtigt. Mit den Ende der 80er Jahre und in den 90er Jahren wieder als Folge höherer Niederschläge ansteigenden GW-Ständen nahm die Zahl durch Grundwasser betroffener Gebäude stark zu, was letztlich Ende 2000 zu der Entscheidung für temporäre hydraulische Notmaßnahmen in Kleinenbroich und Herrenshoff führte. Eine weitere Annäherung an die langfristigen Höchststände, vor allem auch nach Wegfall der Auswirkungen der Tagebausümpfungen durch die Rheinbraun AG ab 2005, wird sich die Betroffenheit weiter erhöhen.

Als Entscheidungsgrundlage für langfristige Lösungen zur Abwendung von Grundwasserschäden an Gebäuden wurde das Geotechnische Büro am 09.10.2000 mit einer entsprechenden Studie beauftragt. Grundlagen der Studie sind Erhebungen zu den geologisch/hydrogeologischen sowie den wasserwirtschaftlichen Verhältnissen, eine Bestandsaufnahme u.a. von Vorflutern und grundwasserabhängigen Feuchtgebieten. Die Bereitstellung der umfangreichen Datensätze wurde in ausgesprochen konstruktiver Form von allen Mitgliedern der Grundwasserkommission unterstützt. Hervorzuheben ist insbesondere dabei der Einsatz des Erftverbandes. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Bewertung der von der Stadt Korschenbroich durchgeführten Erhebung des Bestandes (Gebäudekataster) mit dem Ziel, durch eine statistische Analyse den Grad der Betroffenheit bei Eintreten eines vom Erftverband prognostizierten ungünstigsten Wasserstandes (worst-case-Fall) quantifizieren zu können. Bis zum 18.05.2001 (Redaktionsschluss für die vorliegende Studie) waren von insgesamt ca. 11.000 Objekten im Stadtgebiet 3.500 erfasst, rund die Hälfte davon als unter den getroffenen Annahmen betroffen identifiziert. Geht man von ca. 7.000 Objekten aus, bei denen aufgrund ihrer Lage im Stadtgebiet eine Betroffenheit nicht auszuschließen ist, wird die Gesamtzahl der betroffenen Gebäude - vorbehaltlich einer Bestätigung durch die noch ausstehenden Messungen vor allem im Ortsteil Kleinenbroich - bei ca. 3.500 Objekten liegen.

Die Grundlagenermittlung kommt zu folgenden wesentlichen Ergebnissen:

- Der für die vorliegende Fragestellung relevante Untergrund besteht überwiegend aus hoch tragfähigen Terrassensedimenten des Rheins (Sande und Kiese) hoher Durchlässigkeit. Sie werden weitflächig von einer 1 bis 2 m mächtigen Löss- und Lösslehmschicht überlagert. In den Auenbereichen der Bäche kommen bindige Talablagerungen, örtlich torfdurchsetzt vor. Die Tragfähigkeit ist in diesen Böden eingeschränkt.
- Die Grundwassersituation in Korschenbroich stellt ein komplexes, dztg. stabiles System bezüglich Dargebot und Fließrichtungen dar, welches durch Entnahmen und Wiedereinleitungen gesteuert wird. Jeder zusätzliche Eingriff, sei es durch zusätzliche Grundwasserentnahmen, Tieferlegung von Vorflutersohlen oder Veränderung der Einleitungen hat z.T. erhebliche Folgewirkungen und Konsequenzen hinsichtlich der Belange und Rechte Dritter sowie des Naturhaushaltes.
- Die Grundwasserneubildung liegt i.M. bei $6,9 \text{ l}(\text{sec} \times \text{km}^2)$ entsprechend 218 mm/a. Bezogen auf die Stadtfläche von 55,26 km² beträgt die GW-Neubildung 12 Mio m³/a.
- Der K-Wert der Terrassenablagerungen liegt bei $1 - 2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$, die Durchlässigkeit der unterlagernden Meeressande bei ca. $3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.
- Im Stadtgebiet sind grundwasserabhängige Feuchtgebiete vorhanden.
- Die natürlichen jahreszeitlichen Schwankungen der Grundwasserstände liegen bei 0,5 - 1,0 m, seltener bei 1,5 m. Grundwasseranstiege um 1 m in 2 - 3 Monaten sind möglich. Der langfristige Gang kann Unterschiede in der Größenordnung von 2 m verursachen.
- Das gesamte Stadtgebiet und dessen Randbereiche sind von Einzugsgebieten der Grundwasserentnehmer belegt. Die jährlichen Entnahmen liegen bereits heute in der Größenordnung der Grundwasserneubildung.
- Seit Ende der 60er Jahre wird die Grundwasseroberfläche zusätzlich durch die Sumpfung der Rheinbraun AG für den Tagebau Garzweiler beeinflusst. Der maximale Einfluss liegt seit etwa Mitte der 90er Jahre vor und wirkt sich nach Norden bis zu einer am Nordrand von Korschenbroich, Kleinenbroich und Büttgen verlaufenden bogenförmigen Linie aus. Nach Süden nehmen die Absenkungsbeträge im Stadtgebiet bis auf max. ca. 10 m zu.
- Eine Prognose zukünftiger natürlicher Grundwasserstände ist nur qualitativ möglich, aus langfristigen Zeitreihen können jedoch Eintrittswahrscheinlichkeiten bestimmter Grundwasserstände abgeleitet werden. Mit Abnahme der wasserwirtschaftlichen Nutzung ist ein Wiederreichen der hohen Grundwasserstände der 50er und 60er Jahre möglich.
- Für die Jahre 1955 und 1999 liegen vom Erftverband bearbeitete Gleichenpläne vor, des weiteren ein Plan mit den höchsten zu erwartenden Grundwasserständen, die die maßgebenden Referenzhöhen für langfristige Gegenmaßnahmen (s.u.) zur Abwendung von Bauwerksschäden darstellen.
- Zum Ausgleich der Auswirkungen von Sumpfungsmaßnahmen leitet die Rheinbraun AG aufgrund gesetzlicher Auflagen in beschränktem Maße Sumpfungswasser in oberirdische Gewässer oder di-

rekt in den Untergrund ein. Hierdurch ist jedoch an keiner Stelle eine Anhebung der Grundwasseroberfläche über ein bergbauunbeeinflusstes Niveau gegeben.

- Die in Korschenbroich anstehenden Grundwässer sind i.d.R. nicht betonaggressiv, aufgrund bestimmter Inhaltsstoffe ist jedoch zumindest örtlich eine Verockerungsgefahr für Entwässerungseinrichtungen gegeben.

Aus den gegebenen, umfassend dokumentierten Grundlagen in Verbindung mit den erhobenen Gebäudedaten lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Bemessungs- und Bewertungsgrundlage für die ortsspezifische Betroffenheit ist der vom Erftverband und dem StUA Krefeld erarbeitete GW-Gleichenplan mit den höchsten zu erwartenden Grundwasserständen. Die Wahrscheinlichkeiten, Häufigkeiten und zeitlichen Aspekte des Eintretens des höchsten Grundwasserstandes sind räumlich und zeitlich zu differenzieren:
 - Im Norden des Stadtgebietes ohne Sumpfungseinfluss kann auch kurzfristig der maximale Grundwasserstand auftreten.
 - Nordöstlich von Korschenbroich und in den Ortsteilen von Kaarst: Holzbüttgen, Driesch und Vorst sind bei Weiterbetrieb des WW Driesch worst-case-Grundwasserstände mit großer Wahrscheinlichkeit auszuschließen.
 - Im mittleren und südlichen Stadtgebiet ist dztg. nach Süden zunehmend noch die Sumpfung der Rheinbraun AG wirksam. Im mittleren Stadtgebiet (Kleinenbroich, Pesch) sind aufgrund der relativ geringen Absenkung durch den Bergbau auch bereits relativ früh - in geringerem Umfang als im nördlichen Stadtgebiet - gebäudeschädliche Grundwasserhöhen möglich. In den Ortschaften Glehn, Steinhausen und Rubbelrath sind dagegen Maximalwasserstände erst in einigen Jahren nach 2005 zu erwarten bzw. möglich.
- Verschneidet man die höchste mögliche Grundwasseroberfläche mit der kritischen Gebäudehöhe (gewählt: 30 cm u. OK Kellerfußboden) ergeben sich ortsspezifisch unterschiedliche Betroffenheiten:
 - Bei ca. 69 % der Gebäude liegt der höchste zu erwartende Grundwasserstand über dem kritischen Bemessungswasserstand. Zieht man druckwasserhaltende Dichtungen ab (ausschließlich „schwarze Wannen“ wegen Unsicherheiten in der Datenerhebung), verbleibt ein Betroffenheitsgrad von i.M. 58 %. Innerhalb der Ortsteile liegt eine relativ große Streubreite zwischen 22 % (Neersbroich) und 78 % (nördlichster Teil von Kleinenbroich mit Düppheide) vor.
 - Die Anzahl der im Stadtgebiet betroffenen Gebäude (einschließlich schwarze Dichtungen) liegt bei grob abgeschätzt ca. 3.500 Objekten.

- Das mittlere Häufigkeitsmaximum der Betroffenheit liegt bei Überstauhöhen von 50 - 75 cm.
- Bei Höchstgrundwasserständen werden die Grabtiefen der noch genutzten Friedhöfe Korschenbroich, Pesch, Alter Friedhof Kleinenbroich, Friedhöfe Glehn alt und neu ca. 0,4 - 1,3 m überstaut.
- 70 % des 176 km langen Abwasserkanalnetzes liegen unter dem höchsten Bemessungswasserstand. Eine spezielle Grundwasserbetroffenheit ist jedoch nicht gegeben, da evtl. defekte Abschnitte aus Gründen des Grundwasserschutzes ohnehin saniert werden müssten.
- Angaben zu durch einen Grundwasseranstieg möglicherweise tangierten Altlasten liegen bisher noch nicht vor.

In einem gesonderten Abschnitt wird auf die nach den einschlägigen Regelwerken (DIN 18195-1 bis 10) zu fordernden Abdichtungsvarianten für unterschiedliche Wasser-Angriffsgrade und bei deren Fehlen auf technische Nachbesserungsmöglichkeiten einschließlich Kostenschätzungen eingegangen und die Anwendungsgrenzen dieser Verfahren aufgezeigt. Behandelt werden u.a.:

- Schwarze und weiße Wanne als Innenhautdichtung.
- Nachträgliche Injektionen und Beschichtungen.
- Aufgabe von Kellerräumen bzw. Teilabdichtungen.

Als Alternative zu den baulichen Maßnahmen werden hydraulische Maßnahmen für Einzelobjekte und umfassendere hydraulische Lösungen über Großbrunnen behandelt. Die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen werden aufgezeigt und Kosten dafür abgeschätzt sowie die dabei entstehenden Zielkonflikte mit anderen Gegebenheiten und Nutzungen.

Einen breiten Raum nehmen die Bewertungen möglicher Langzeitkonzepte nach ökonomischen und ökologischen Grundsätzen ein. Behandelt werden dabei:

- ausschließlich bautechnische Lösungen,
- große hydraulische Lösung,
- Kombination aus hydraulischen und bautechnischen Lösungen
 - Ausschließlich Kappen von hohen Grundwasserspitzen,
 - Grundwasserentnahme im Rahmen des Dargebotes,
 - Grundwasserentnahme mit Überschreitung des Dargebotes und Anpassung an die statistische Verteilung örtlich festgestellter Betroffenheiten.

Wesentliche Ergebnisse dieser Untersuchung sind:

- Ausschließlich bautechnische Maßnahmen sind ökologisch unbedenklich. Sie verursachen in Abhängigkeit von der Betroffenheit und den speziellen baulichen Gegebenheiten (Konstruktion, Nutzungen, bauphysikalische Anforderungen) bei Ansatz von 3.500 Objekten Gesamtkosten von voraussichtlich 260 - 450 Mio DM. Diese Zahlen sind als grobe Schätzungen anzusehen, die aber zumindest eine realistische Größenordnung eingrenzen. Wegen der ortsspezifischen Besonderheiten (s.o.) kann der erforderliche Zeitpunkt für die Realisierung solcher Maßnahmen über einen größeren Zeitabschnitt gestreckt werden (im Süden im Regelfall später als im Norden).
- Bei einer ausschließlich hydraulischen Lösung, die weitgehend auch ungünstig liegende Einzelobjekte erfasst, fallen Baukosten von ca. 50 Mio DM an und jährliche Folgekosten von ca. 9 Mio DM bzw. ca. 6 Mio DM bei Wegfall von Einleitungsgebühren. Summiert man die Gesamtkosten über lange Zeiträume entsprechend der Restlebenserwartung der Gebäude (geschätzt 70 - 80 Jahre) auf, werden die Kosten der bautechnischen Lösung relativ schnell, bezogen auf die unterstellte Langfristigkeit der Maßnahme, deutlich überschritten. Auch hier sind die angegebenen Größenordnungen als grobe Schätzungen anzusehen. Sie lassen sich - bei Vorlage des gesamten Gebäudekatasters - nur durch Optimierungsschritte (hydraulische Modellberechnungen, Variation von Anzahl, Lage, Entnahmemenge von Brunnen und den daraus resultierenden Nutzen und möglichen schädlichen Auswirkungen) genauer fassen.
- Ein Vergleich der bautechnischen mit der hydraulischen Maximallösung bringt sowohl nach ökonomischen als auch nach ökologischen, wasserwirtschaftlichen und rechtlichen Kriterien eindeutige Vorteile für die bautechnische Lösung. Bei einer hydraulischen Volllösung wären jährlich - grob geschätzt - bis zu 30 Mio m³ Grundwasser zu fördern und abzuleiten, das Grundwasserangebot würde um ein Mehrfaches überschritten mit Auswirkungen über die Stadtgrenzen hinaus. Als weiterhin ungünstig ist zu bewerten, dass ein Großteil der gehobenen Wässer nicht genutzt werden kann, sondern in die Vorflut abgeleitet werden muss. Dies und die Überschreitung des Dargebotes stehen im Widerspruch zum generellen Bestreben einer nachhaltigen Bewirtschaftung und dem sparsamen Umgang mit dem Schutzgut Grundwasser.
- Die Verwendung von Fließgewässern oder Gräben für eine Grundwasserabsenkung, die eine Vertiefung, Verbreiterung und ggf. Begradigung erfordert, steht im Widerspruch zum Betreiben eines möglichst naturnahen Ausbauzustandes (Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen; RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft v. 6. 4. 1999 -).
- Bei einem ausschließlichen Kappen der Grundwasserspitzen bis max. 50 cm unter höchstem Grundwasserstand über Brunnen und ggf. auch Vorflutgräben werden wasserwirtschaftliche Nut-

zungen nicht beeinträchtigt, das Dargebot wird ebenfalls nicht überschritten. Die Wirkung dieser Maßnahme ist jedoch lediglich auf 15 - 30 % der betroffenen Gebäude begrenzt. Da sich die relativ kleine Zahl von Objekten unregelmäßig über die einzelnen Ortsteile verteilt, ist insgesamt ein relativ hoher Aufwand zu treiben, das Kosten-Nutzen-Verhältnis entsprechend niedrig. Der größte Teil der Objekte wäre bautechnisch zu sichern.

- Bei einer Entnahme, die nur dem Dargebot entspricht und einen Ersatz der WW Lods-hof/Waldhütte und Hoppbruch durch Polderbrunnen innerorts beinhaltet, wird nur ein kleiner Teil der betroffenen Objekte erfasst (geschätzt ca. 30 bis 40 %), der überwiegende Teil müsste bautechnisch gesichert werden. Bei einer Förderung bis in Höhe des Dargebotes können negative Auswirkungen auf Naturhaushalt und Bausubstanz weitgehend ausgeschlossen werden.
- Die Lösung mit Optimierung des Nutzens der Grundwasserabsenkung, bei der ca. 80 % (Maximum der Häufigkeitsverteilung der Überstauhöhen bei höchstem Grundwasserstand) der betroffenen Gebäude ortsdifferenziert erfasst werden, machen Absenkungen von 1 - 1,5 m bezogen auf GW-max erforderlich. Die verbleibenden ca. 20 % der betroffenen Objekte wären bautechnisch zu sichern. Auch bei dieser Variante sind deutlich über dem natürlichen Dargebot liegende Wassermengen (ca. 20 Mio m³, das entspricht der vorhergehenden Variante zzgl. ca. 10 Mio. m³/a) zu heben. Bei niedrigeren Betriebskosten sind etwa gleich hohe Baukosten wie bei der großen hydraulischen Lösung zu erwarten. Ein Nachteil schädlicher Auswirkungen auf das Ökosystem und insbesondere der massive Eingriff in bestehende Wasserrechte und den Wasserhaushalt ist auch bei dieser Lösung gegeben.
- Bei einer bauwerksbezogenen Kosten-Nutzen-Analyse wird deutlich, dass die durchgängige Schadensfreiheit nur mit einem sehr hohen Kostenaufwand - insbesondere bei hydraulischen Maßnahmen wegen der hohen Betriebs- und Vorhaltekosten - zu gewährleisten ist. Anstelle einer hohen Investition - wer immer dafür auch eintreten muß - kann es wirtschaftlicher sein, in Abständen von mehreren Jahren eintretende Schadensereignisse zu akzeptieren, und die Schadensbeseitigung über den Zinsgewinn zu finanzieren. Die Grenze für ein noch positives Kosten-Nutzen-Verhältnis muß individuell für jedes Einzelobjekt festgelegt werden, da sich neben dem Grad der Betroffenheit auch die nutzungsabhängigen Ansprüche an die Bauphysik unterscheiden können. Auch wird Betroffenheit subjektiv unterschiedlich wahrgenommen. Diese Überlegungen sind vor allem dort anzustellen wo nur die oberen Spitzen bis ca. 50 cm Betroffenheit hervorrufen können. Hierdurch wird ein nicht unerhebliches Einsparpotential vor allem im Vergleich mit der großen bautechnischen Lösung gesehen, so dass sich der ökonomische Vorteil dieser Lösung noch vergrößern kann.



- Zusammenfassend ist aus dem Variantenvergleich zu folgern, dass unter dem Gesichtspunkt Langzeitsicherheit die bautechnische Lösung gegenüber dem hydraulischen Konzept eindeutige ökonomische, wasserwirtschaftliche, rechtliche und auch ökologische Vorteile hat.
- Die bisher durchgeführten Variantenvergleiche stützen sich hinsichtlich des Bauwerkskatasters und der für bestimmte Entwässerungsziele notwendigen Grundwasserfördermengen weitgehend auf Schätzungen ab. Dadurch können sich die vorgenommenen Bewertungen in einer gewissen Bandbreite verschieben. Die grundsätzlichen Sachzusammenhänge werden davon aber nicht berührt.
- Für eine engere Eingrenzung und höhere Aussagesicherheit sind deshalb die vollständigen Ergebnisse der Bauwerksaufnahme gemäß Erhebungsbogen erforderlich und hydraulische Maßnahmen auf der Grundlage von hydraulischen Modellberechnungen (unter Variation von Zahl, Lage und Entnahmemenge von Grundwasserfassungen etc.) die Parameter Kosten-Nutzen-Auswirkungen zu optimieren.
- Für die Variante hydraulische Maßnahmen werden in der Studie weitergehende Untersuchungen und Bestandsaufnahmen u.a. im Hinblick auf mögliche schädliche Auswirkungen angegeben.

Projektleiter:

Dipl.-Geol. S. Krings

Prof. Dr.-Ing. H. Düllmann