



Hydraulische Ersatzsysteme zur Regulierung des Grundwasserstandes im Emschergebiet

Arbeitshilfe für Planung, Bau und Betrieb

2. Auflage

Stand: September 2017

INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass und Zweck	5
2	Ermittlung von Risikogebieten	6
3	Wasserrechtliche Aspekte	6
3.1	Absenkungsziele	6
3.2	Entnahme und Einleitung von Grundwasser	7
3.3	Umweltverträglichkeitsprüfung	7
4	Allgemeine Hinweise zu Ersatzsystemen	8
4.1	Möglichkeiten der Grundwasserbewirtschaftung	8
4.1.1	Zentrale Grundwasserbewirtschaftung	8
4.1.1.1	Linear hintereinander angeordnetes Grundwasserfassungs- und Dränagewasser- Ableitungssystem.....	9
4.1.1.2	Parallel angeordnetes Grundwasserfassungs- und Dränagewasser- Ableitungssystem	10
4.1.2	Dezentrale Grundwasserbewirtschaftung	11
4.1.3	Berücksichtigung von Regenwasserabkopplungspotenzialen und Synergien	12
4.2	Anlagen zur Grundwasserbewirtschaftung	12
4.2.1	Offene Wasserhaltung	12
4.2.2	Horizontale Grundwasserfassungsanlagen.....	12
4.2.3	Brunnen	13
4.3	Standzeit der Systeme	14
4.4	Steuerung des Grundwasserstandes	14
5	Bauliche Hinweise	15
5.1	Planungsgebiet.....	15
5.2	Trassierung	15
5.3	Horizontale Grundwasserfassungsanlage	21
5.3.1	Filterrohr	21
5.3.2	Filterschüttung	22
5.3.3	Geotextil	25
5.4	Ableitung	27
5.4.1	Ableitungsrohr	28
5.5	Schächte	28
5.5.1	Revisionschächte	28
5.5.2	Steuerschächte	29
5.5.3	Pumpenschächte / Hebeanlagen.....	32
5.6	Tiefenlage	32

5.7	Verbau und temporäre Wasserhaltung	33
5.8	Einbau	33
5.9	Qualitätssicherung	35
6	Hinweise für den Betrieb	35
6.1	Inspektion	35
6.2	Reinigung	36
6.3	Regenerierung von Filterstrecken.....	36
6.4	Überwachung	37
7	Literatur	38

ABBILDUNGEN

Abb. 4.1:	Zentrale Grundwasserbewirtschaftung (Prinzipskizze).....	9
Abb. 4.2:	Beispiel eines Ersatzsystems mit hintereinander angeordneten Fassungs- und Ableitungsanlagen.....	10
Abb. 4.3:	Beispiel eines Ersatzsystems mit paralleler Anordnung der Fassungs- und Ableitungsanlagen.....	10
Abb. 4.4:	Dezentrale Grundwasserbewirtschaftung (Prinzipskizze).....	11
Abb. 5.1:	Trassierung öffentlicher Mischwasserkanal und Grundwasserfassungsanlage, unabhängig voneinander erneuerbar	17
Abb. 5.2:	Trassierung öffentlicher Mischwasserkanal und Grundwasserfassungsanlage, nur Grundwasserfassungsanlage erneuerbar (1)	18
Abb. 5.3:	Trassierung öffentlicher Mischwasserkanal und Grundwasserfassungsanlage, nur Grundwasserfassungsanlage erneuerbar (2)	19
Abb. 5.4:	Trassierung öffentlicher Mischwasserkanal und Grundwasserfassungsanlage, nur Grundwasserfassungsanlage erneuerbar (3)	20
Abb. 5.5:	Beispielhafter Aufbau der horizontalen Grundwasserfassungsanlage in einem gemischtkörnigen Boden mit geringem Feinkornanteil	23
Abb. 5.6:	Beispielhafter Aufbau der horizontalen Grundwasserfassungsanlage mit Geotextil in einem gemischtkörnigen Boden mit hohem Feinkornanteil	27
Abb. 5.7:	Beispiel Steuerschacht mit Regelung auf der Zulaufseite	30
Abb. 5.8:	Beispiel Steuerschacht mit Regelung auf der Auslaufseite	31
Abb. 5.9:	Beispiel einer Einbauhilfe zum Einbau der Filterschüttung	34

TABELLEN

Tab. 5.1:	Empfohlene Richtwerte für die Schlitzweite der Filterrohre	24
-----------	--	----

Die Bearbeitung der 2. Fassung der Arbeitshilfe wurde von nachfolgender Arbeitsgruppe unter Leitung der Emscher-genossenschaft durchgeführt:

Dipl.-Ing. Beate Altendorf.....	Stadt Oberhausen
Dipl.-Ing. Wolfgang Bäcker	Stadtwerke Essen
Prof. Dr.-Ing. Horst Düllmann	Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann GmbH
Dipl.-Geol. Michael Getta	Emscher-genossenschaft
Dipl.-Ing. Christoph Habich	Emscher-genossenschaft
Dipl.-Ing. Hans-Peter Hennen	Stadt Essen
Dipl.-Ing. Volker Hülshorst	Stadtwerke Essen
Dipl.-Ing. Beate Ihde	Stadtwerke Essen
Dipl.-Geol. Heidemarie Ohlhoff	Bez.-Regierung Düsseldorf
Dipl.-Ing Ralf Ostermann	Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH
Dipl.-Ing. Thorsten Pacha	Stadt Bochum
Dipl.-Ing. Jürgen Padligur	Stadt Herne
Dipl.-Geol. Frank Reichel	Emscher-genossenschaft
Dipl.-Ing. Michael Schwark	Stadt Herten
Dipl.-Ing. Christian Schwarz	Emscher-genossenschaft
M. Sc. Tobias Unterbäumer	AGG Gelsenkanal

1 Anlass und Zweck

Die Kanalisationssysteme im Verbandsgebiet der Emschergenossenschaft wurden im Laufe der Zeit ebenso wie das oberirdische Gewässersystem durch Bergsenkungen beeinflusst.

Die Ergebnisse der von der Emschergenossenschaft durchgeführten und vom Land NRW geförderten Untersuchung „Auswirkungen der Kanalsanierung und der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung auf den Wasserhaushalt in der Emscherregion“ zeigen, dass durch die gesetzlich geforderte Abdichtung der Kanalnetze mit großflächigen Grundwasseranstiegen in den Stadtgebieten zu rechnen ist, wenn die dränierende Wirkung der undichten Abwasserkanäle nicht durch hydraulische Ersatzsysteme zur Regulierung des Grundwasserstandes kompensiert wird.

Das potenzielle Risiko von Nutzungseinschränkungen z. B. durch Kellervernässungen und Überflutungen ist demnach im Emschergebiet auf einer Gesamtfläche von ca. 134 km² zu erwarten (MKULNV NRW, 2011). Um Schäden z. B. an Gebäuden zu verhindern, sind Maßnahmen zur Regulierung des Grundwasserstandes erforderlich, die auch nach Durchführung von Kanalsanierungen den Grundwasserstand auf einem unschädlichen Niveau halten. Als technische Lösung sollen in den Stadtgebieten vernetzte und steuerbare Ersatzsysteme zur Grundwasserbewirtschaftung gebaut werden, die überwiegend aus horizontalen Grundwasser-Fassungsanlagen, Ableitungen (Transportleitungen, Gräben) und Übergabepunkten (Einleitungsbauwerke, Pumpstationen) bestehen und das gefasste Grundwasser den Oberflächengewässern zuführen. Diese Ersatzsysteme sollen im Zusammenhang mit der Fremdwasseranierung die Anlagen der Siedlungswasserwirtschaft entlasten. Sie dienen demzufolge dem ordnungsgemäßen Betrieb der öffentlichen Abwasseranlagen und sind gem. § 54 Ziff. 2 LWG NW über Entwässerungsgebühren refinanzierbar.

Technische Regelwerke liegen bereits für spezielle Anwendungsfälle vor. So existieren Regelwerke für die Bemessung und den Bau von Vertikal- und Horizontalfilterbrunnen (DVGW W 118, DVGW W 123, DVGW W 128) sowie für die Dränung im landwirtschaftlichen Bereich (DIN 1185), die Dränung von Deponien (DIN 19667 und DIN 4266), die Dränung von Deichen und Hochwasserschutzanlagen (DIN 19712-01, BAW MSD, DWA-M 507-1) und die Dränung von Sickerwasser im Grundstücksbereich (DIN 4095). Für den Bau sowie den langfristigen, sicheren und wirtschaftlichen Betrieb der im Emschergebiet unter schwierigen hydrogeologischen Randbedingungen geplanten vollgefüllten, tiefliegenden horizontalen Fassungsanlagen ist dagegen kein Regelwerk verfügbar. Zur Vereinheitlichung der Planung, der Bauausführung und des Betriebes ist daher die Erarbeitung allgemeingültiger technischer Standards zwingend erforderlich. Im Emschergebiet sind insbesondere die filtertechnisch schwierigen Böden sowie die hydrochemische Situation (Eisen-, Mangan- und Carbonat-Fällungen) als Randbedingungen im Hinblick auf die Betriebskosten und lange Standzeiten der Anlagen zu berücksichtigen. Die zu erwartenden Betriebskosten spielen eine entscheidende Rolle bei den technischen Konzeptionen der Anlagen, z. B. für den Bau und Betrieb von überstauten Dränagen. Aber auch das Thema „Qualität des zuströmenden Grundwassers“ ist von entscheidender Bedeutung für die Einleitfähigkeit und die Betriebskosten der Anlagen. Hierbei ist auch eine mögliche Mobilisierung von belastetem Grundwasser zu beachten.

Zur Erstellung der Arbeitshilfe wurde unter Federführung der Emschergenossenschaft eine Arbeitsgruppe unter Beteiligung von Kommunen, Behörden und Ingenieurbüros gebildet. Die 1. Auflage der Arbeitshilfe ist im Juli 2013 erschienen (Emschergenossenschaft, 2013). Durch eine regelmäßige Fortschreibung der technischen Standards soll sichergestellt werden, dass die technischen Weiterentwicklungen und Erfahrungen aus bereits umgesetzten Projekten in zukünftige Planungen einfließen.

Die hier vorliegende 2. Auflage der Arbeitshilfe stellt den Wissensstand von September 2017 dar.

2 Ermittlung von Risikogebieten

Die Risikogebiete der Kellervernässung wurden im Emschergebiet mit Hilfe von Grundwassermodellen ermittelt. Im Rahmen einer Prognoserechnung, in der die gesetzlich geforderte Abdichtung der Kanalnetze betrachtet wird, werden die Gebiete abgegrenzt, in denen aufgrund von Grundwasseranstiegen mit dem Risiko der Kellervernässung zu rechnen ist. Das Risiko der Kellervernässung besteht immer dann, wenn sich durch Grundwasseranstiege die mittleren Flurabstände in bebauten Gebieten auf Werte $< 2,5$ m verringern oder wenn in bebauten Gebieten mit bereits geringen Flurabständen ($< 2,5$ m) signifikante Grundwasseranstiege ($> 0,25$ m) auftreten.

Um die Planungen von Ersatzsystemen in den einzelnen Stadtgebieten räumlich und zeitlich abzustimmen, wird von der Emschergenossenschaft für die Kommunen im Emschergebiet gemeinsam mit den Kanalnetzbetreibern ein stadtspezifischer Rahmenplan erarbeitet, in dem die Risikoflächen der Kellervernässungen in einzelne Projektgebiete unterteilt und mit Umsetzungsprioritäten versehen werden. Darüber hinaus beinhalten die stadtspezifischen Rahmenpläne eine Beschreibung des Ist-Zustandes der Grundwassersituation und der Dränagewirkung der Kanalisation sowie - wenn gewünscht - eine Kostenschätzung. Die Auswahl, Abgrenzung und Bearbeitungspriorität der Projektgebiete orientiert sich in der Regel an den Abwasserbeseitigungskonzepten (ABK), den ggf. vorhandenen Fremdwasserbeseitigungskonzepten (FSK) und dem zeitnahen Bau von Übergabepunkten, d.h. der zeitnahen Einleitung des gefassten Grundwassers in ein Oberflächengewässer. Die stadtspezifischen Rahmenpläne werden nach Bedarf, spätestens jedoch mit Ablauf des jeweils gültigen ABK fortgeschrieben.

3 Wasserrechtliche Aspekte

3.1 Absenkungsziele

Das Absenkungsziel für den Grundwasserstand nach Bau der Ersatzsysteme ist in der Regel die Erhaltung des Status Quo. Dabei sollen im Mittel die Grundwasserstände / Flurabstände erhalten werden, die vor der Kanalsanierung vorherrschten. Bei tiefliegenden dränierenden Kanälen müssen hohe Flurabstände nicht zwingend erhalten werden. In diesem Fall können Grundwasseranstiege in dem Maße zugelassen werden, wie diese für das Umfeld unschädlich sind.

Sind durch den Bau des Ersatzsystems lokal Grundwasserabsenkungen erforderlich, die über den Status Quo hinausgehen, sind diese zur Vermeidung von Bauwerkschäden unter Gebäuden auf Absenkungsbeträge von max. 0,5 m gegenüber dem Ist-Zustand zu begrenzen. Unter Straßen und Grünflächen sind ggf. auch höhere Grundwasserabsenkungen möglich.

3.2 Entnahme und Einleitung von Grundwasser

Die Benutzung eines Gewässers bedarf gemäß § 8 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) – das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 04. August 2016 (BGBl. I S. 1972) geändert worden ist - grundsätzlich einer wasserrechtlichen Erlaubnis oder Bewilligung. In § 9 WHG wird festgelegt, welche Tatbestände unter den Begriff Benutzung fallen. § 8 Abs. 2 und 3 WHG bestimmen Ausnahmen, in denen die Benutzung des Gewässers keiner Erlaubnis oder Bewilligung bedarf. In § 46 WHG sind weitere erlaubnisfreie Benutzungen des Grundwassers normiert. Für die hier vorliegenden Fälle (Absenkung des Grundwassers) ist nicht von einer erlaubnisfreien Benutzung auszugehen. Es liegt eine Benutzung i. S. d. § 9 Abs. 1 Nr. 5 und ggf. Abs. 2 Nr. 1 WHG vor, die nach § 8 Abs. 1, 14 WHG erlaubnispflichtig ist.

Zuständige Behörde für die Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis ist nach der Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz - ZustVU vom 03. Februar 2015 - grundsätzlich die Untere Wasserbehörde, bei einer Entnahmemenge > 600.000 m³/a die jeweilige Bezirksregierung.

Mit der wasserrechtlichen Erlaubnis für die Entnahme wird auch der Verbleib des geförderten Grundwassers (i.d.R. die Einleitung in ein Gewässer) geregelt. Die Entscheidung, ob das geförderte Grundwasser in ein Gewässer eingeleitet werden kann, ist u.a. abhängig von dem hydrochemischen Zustand des gefassten Wassers, von der Wassermenge und von dem Zustand des Gewässers, in welches eingeleitet werden soll. Der Unterhaltungspflichtige für das Gewässer ist zu beteiligen.

Im Zuge der Planung ist daher bei der Festlegung der Dränagetrassen - insbesondere im Umfeld von Altlastenverdachtsflächen - ein besonderes Augenmerk auf die Qualität des gefassten Grundwassers zu richten.

3.3 Umweltverträglichkeitsprüfung

Im Rahmen der wasserrechtlichen Erlaubnis ist grundsätzlich zu prüfen, ob eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung - in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das durch Artikel 4 des Gesetzes vom 13. Oktober 2016 geändert worden ist – durchzuführen ist. Ab einer Fördermenge von 10 Mio. m³/a ist das Vorhaben generell UVP-pflichtig. Bei einer Fördermenge von 100.000 m³/a bis weniger als 10 Mio. m³/a ist eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls durchzuführen. Bei Mengen von 5.000 m³/a bis weniger als 100.000 m³/a ist eine standortbezogene Prüfung des Einzelfalls vorzunehmen, wenn durch die Gewässerbenutzung erhebliche nachteilige Auswirkungen auf grundwasserabhängige Ökosysteme zu erwarten sind.

Sofern für Vorhaben eine allgemeine Vorprüfung oder eine standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls vorgesehen ist, ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung dann durchzuführen, wenn das Vorhaben nach Einschätzung der zuständigen Behörde auf Grund überschlüssiger Prüfung erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben kann, die nach § 12 UVPG zu berücksichtigen wären. Für diese Einschätzung sind die Kriterien der Anlage 2 UVPG heranzuziehen. Weitere Hinweise zur Durchführung der Vorprüfung enthält der „Leitfaden zur Vorprüfung des Einzelfalls im Rahmen der Feststellung der UVP-Pflicht von Projekten“ (BMU, 14.08.2003). Bei der Prüfung der Standortkriterien sind neben den Schutzkriterien auch die Nutzungs- und Qualitätskriterien der Anlage 2 einzubeziehen. In der Zielrichtung besteht zwischen der allgemeinen und der standortbezogenen Vorprüfung kein Unterschied, da es bei beiden Prüfungen um die Feststellung geht, ob das Vorhaben erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt haben kann und somit UVP-pflichtig ist. Allerdings kommt es bei der standortbezogenen Vorprüfung wegen der geringen Größe oder Leistung des Vorhabens (hier der geringen Entnahmemenge) nur auf erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen an, die aufgrund besonderer örtlicher Gegebenheiten gemäß der in Anlage 2 Nr. 2.3 UVPG aufgeführten Schutzkriterien zu erwarten sind (z. B. Lage des Vorhabens in einem ökologisch sensiblen Gebiet). Die Durchführung und das Ergebnis der Vorprüfung sind zu dokumentieren.

Wenn die Vorprüfung ergibt, dass keine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich ist, ist dieses Ergebnis der Öffentlichkeit bekannt zu geben.

Ist das Vorhaben dagegen UVP-pflichtig, kann eine gesonderte Bekanntmachung entfallen, da die zuständige Behörde die Öffentlichkeit zu den Umweltauswirkungen des Verfahrens zu beteiligen und ihr im Rahmen der Beteiligung Gelegenheit zur Äußerung zu geben hat. Auf entsprechenden Antrag ist die Entscheidung jedoch nach den Vorschriften des Umweltinformationsgesetzes (UIG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Oktober 2014 (BGBl. I S. 1643) zugänglich zu machen.

4 Allgemeine Hinweise zu Ersatzsystemen

Ersatzsysteme zur Grundwasserbewirtschaftung können sowohl parallel zum Mischsystem als auch im Trennsystem betrieben werden. Grundsätzlich kann die Art der Grundwasserbewirtschaftung in beiden Entwässerungssystemen zentral (Kap. 4.1.1) oder dezentral (Kap. 4.1.2) ausgelegt werden. Im Trennsystem erscheint die zentrale Grundwasserbewirtschaftung aufgrund der zusätzlich erforderlichen dritten Leitung im öffentlichen Raum (Schmutzwasserkanal, Regenwasserkanal, Dränagewasserleitung) allerdings nicht vorteilhaft.

4.1 Möglichkeiten der Grundwasserbewirtschaftung

4.1.1 Zentrale Grundwasserbewirtschaftung

Bei zentraler Grundwasserbewirtschaftung (Abb. 4.1) erfolgen sowohl die Grundwasserfassung als auch die Grundwasserableitung zum Oberflächengewässer

ausschließlich über ein im öffentlichen Raum verlegtes Ersatzsystem, das vom Kanalnetzbetreiber im Rahmen der Fremdwassersanierung gebaut und betrieben wird. Der Vorteil der zentralen Grundwasserbewirtschaftung gegenüber der dezentralen Grundwasserbewirtschaftung (Abb. 4.4) liegt in der schnelleren Umsetzbarkeit, da eine Einbindung privater Grundstücke nicht erforderlich ist.

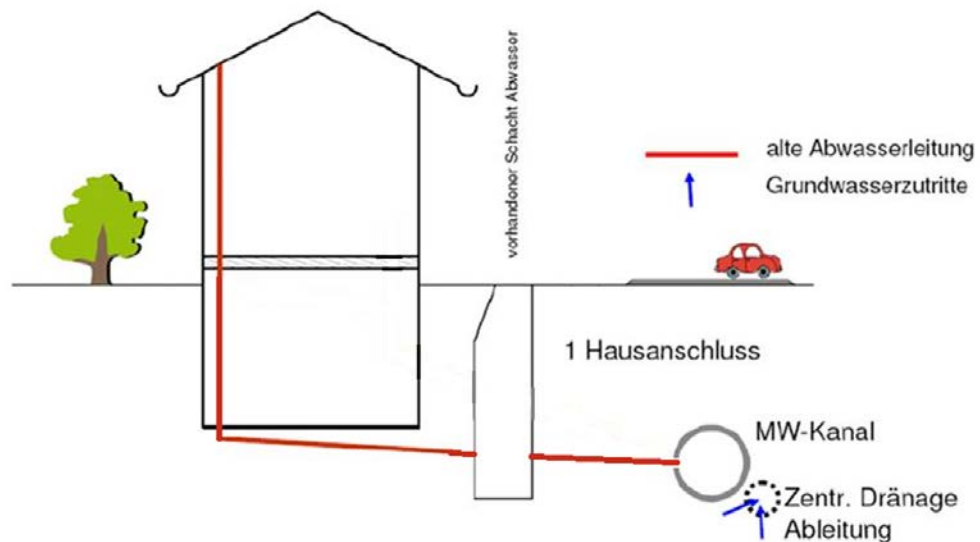


Abb. 4.1: Zentrale Grundwasserbewirtschaftung (Prinzipiskizze)

Im Rahmen der Planung ist zu erarbeiten, ob ein linear hintereinander angeordnetes Grundwasserfassungs- und Dränagewasser-Ableitungssystem (Abb. 4.2, Kap. 4.1.1.1), oder ein parallel angeordnetes Grundwasserfassungs- und Dränagewasser-Ableitungssystem (Abb. 4.3, Kap. 4.1.1.2) zur Umsetzung kommen soll. Das parallele System ist sinnvoll, wenn die zusätzliche Ableitung von Grundwasser aus bereits vorhandenen, nicht eingestaut betriebenen Grundwasserfassungsanlagen oder von gedrosseltem Regenwasserabfluss geplant ist (Kap. 4.1.3).

4.1.1.1 Linear hintereinander angeordnetes Grundwasserfassungs-/Dränagewasser-Ableitungssystem

Sofern die erforderlichen Höhenniveaus es zulassen, werden die Grundwasserfassungs- und Dränagewasser-Ableitungsanlagen linear hintereinander angeordnet und zu einem zentralen, im öffentlichen Raum verlegten Ersatzsystem verbunden, das in einem Oberflächengewässer oder einem Reinwasserpumpwerk mündet.

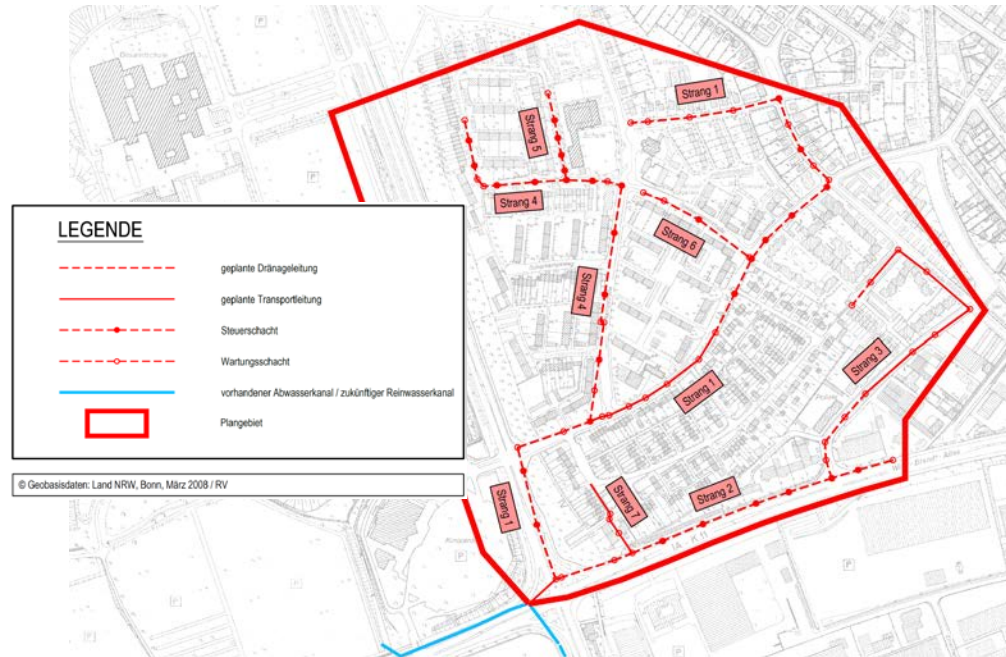


Abb. 4.2: Beispiel eines Ersatzsystems mit hintereinander angeordneten Fassungs- und Ableitungsanlagen

4.1.1.2

Parallel angeordnetes Grundwasserfassungs- und Dränagewasser-Ableitungssystem

Eine parallele Anordnung der Grundwasserfassungs- und Dränagewasser-Ableitungsanlagen ist immer dann sinnvoll, wenn sich aufgrund der erforderlichen Höhenniveaus der Fassungsanlagen diese - ohne Pumpmaßnahmen - nicht zu einem Strang verbinden lassen oder wenn schon vorhandene, nicht eingestaut betriebene Grundwasserfassungsanlagen angeschlossen werden sollen bzw. wenn mit dem Ersatzsystem auch Regenwasser bewirtschaftet werden soll (Kap. 4.1.3).

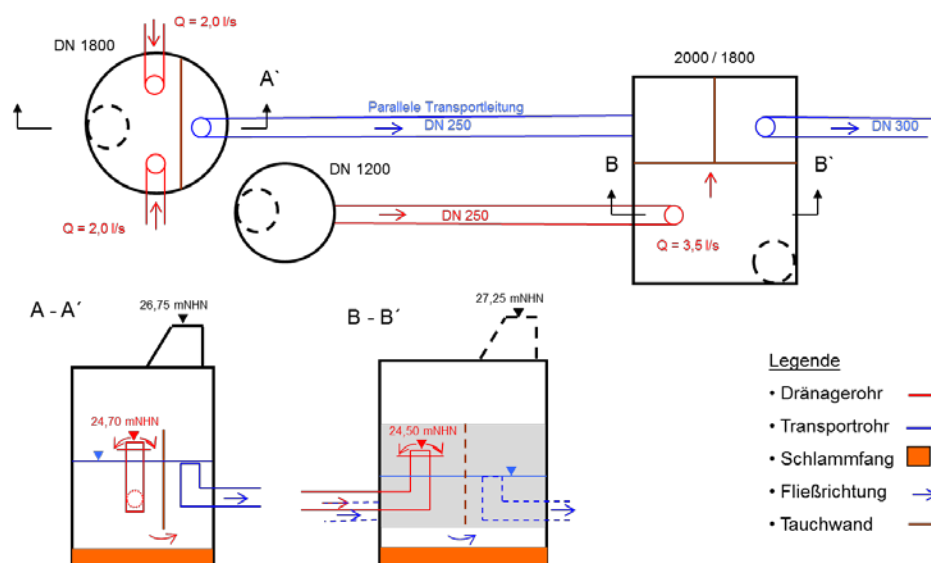


Abb. 4.3: Beispiel eines Ersatzsystems mit paralleler Anordnung der Fassungs- und Ableitungsanlagen

In diesen Fällen werden die nur streckenweise erforderlichen Grundwasserfassungsanlagen parallel zu einer bis zum Oberflächengewässer oder bis zum Pumpwerk durchgehenden Transportleitung verlegt und punktuell an die Transportleitung angeschlossen.

4.1.2 Dezentrale Grundwasserbewirtschaftung

Bei dezentraler Grundwasserbewirtschaftung soll die Fassung des Grundwassers durch die jeweiligen Grundstückseigentümer erfolgen. Zur Fassung des Grundwassers können auf den Privatgrundstücken Dränagen oder Brunnen gebaut und betrieben werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Schmutzwasserleitungen von den unterhalb der Bodenplatte liegenden undichten Grundleitungen zu entflechten und die vorhandenen Grundleitungen - bei ausreichender Standsicherheit - anschließend zur Grundwasserfassung zu nutzen. Die Ableitung des gefassten Grundwassers erfolgt dagegen durch einen im öffentlichen Raum verlegten Reinwasserkanal, der vom Kanalnetzbetreiber gebaut und betrieben wird (Abb. 4.4).

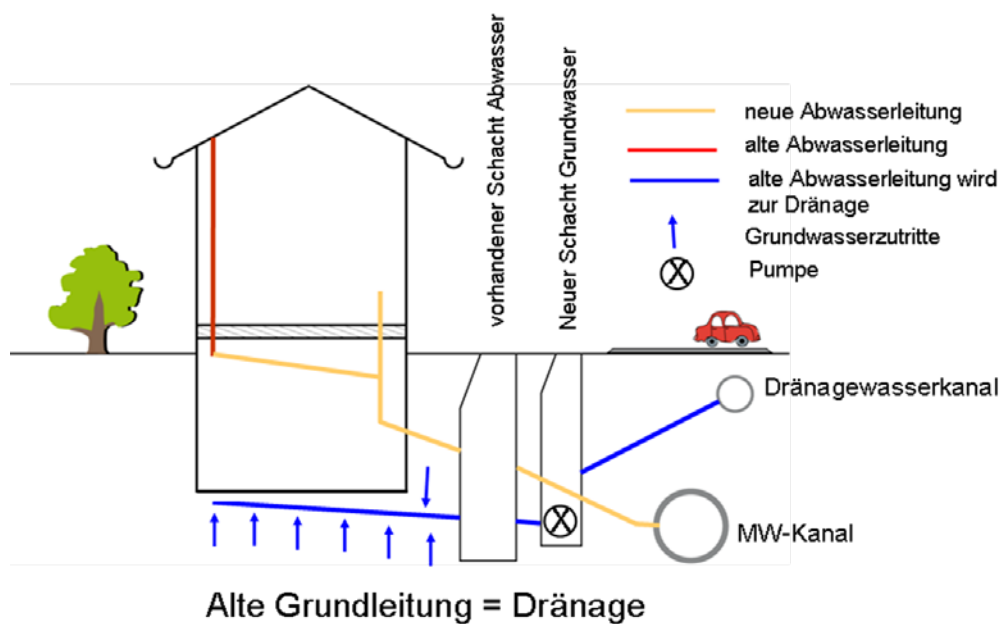


Abb. 4.4: Dezentrale Grundwasserbewirtschaftung (Prinzipische Skizze)

Diese Konzeption bietet sich insbesondere bei Trennsystemen an, da der vorhandene Regenwasserkanal auch zur Ableitung des Grundwassers von den privaten Grundstücken dienen könnte. In der Praxis hat sich die dezentrale Grundwasserbewirtschaftung bisher nicht bewährt, da seitens der privaten Eigentümer freiwillige Investitionen in der Regel abgelehnt wurden.

Bei geringer Durchlässigkeit des zu entwässernden Untergrundes kann mit zentralen Grundwasserbewirtschaftungsmaßnahmen technisch und wirtschaftlich keine ausreichende Reichweite der erforderlichen Grundwasserabsenkung erzielt werden. In derartigen Fällen könnte der Objektschutz allerdings mit einer dezentralen Grundwasserbewirtschaftung auf privaten Grundstücken erreicht werden.

4.1.3 Berücksichtigung von Regenwasserabkopplungspotenzialen und Synergien

Die Planung von Ersatzsystemen soll im Sinne einer integrierten Bewirtschaftung von Wasser in der Stadt erfolgen, um die bestehenden Wechselwirkungen zwischen Grundwassersituation, Gewässersystem, Niederschlagswasserbewirtschaftung und Kanalsanierung zu berücksichtigen. Zu Beginn der Planung ist daher vom Kanalnetzbetreiber festzulegen, ob das Ersatzsystem parallel zu einem Misch- oder im Trennsystem betrieben werden soll. Soll das Ersatzsystem parallel zu einem Mischsystem betrieben werden, ist zu prüfen, ob es auch zur gedrosselten Ableitung von Niederschlagswasser genutzt werden soll (Abkopplung). Dazu wäre dann eine parallele Anordnung der Grundwasserfassungs- und Dränagewasser-Ableitungsanlagen vorzusehen (Kap. 4.1.1.2).

Im Zuge der Planung sind auch der hydrochemische Zustand der gefassten verschiedenen Wassertypen (Grundwasser, Regenwasser) und die Leistungsfähigkeit des Systems zu berücksichtigen. Eine separate Ableitung ist hier wichtig, da es durch die Mischung der verschiedenen Wässer zu Ausfällungen von Eisenhydroxid kommen kann. Die Ausfällungen würden zu Leistungsverlusten der Dränagen führen und die Standzeiten deutlich verkürzen. Aus diesem Grund sollen bei parallel angeordneten Fassungs- und Ableitungsanlagen die angeschlossenen Dränagen immer gegen Rückstau aus der Ableitung bzw. bei hintereinander angeordneten Fassungs- und Ableitungsanlagen gegen Rückstau aus dem Oberflächengewässer gesichert werden.

Ausfällungen können auch in der Ableitungsanlage und in den Schächten entstehen. Dort sind sie aber besser zu entfernen als in Fassungsanlagen.

4.2 Anlagen zur Grundwasserbewirtschaftung

4.2.1 Offene Wasserfassung

Offene Wasserfassungen durch Gräben als Grundwasservorflut oder zur Ableitung können bei ausreichenden Platzverhältnissen und bei geringen Absenkungszielen (ca. 1 m unter Geländeoberkante) zum Einsatz kommen. Bei entsprechenden Rahmenbedingungen können diese i.d.R. kostengünstig erstellt und betrieben werden.

4.2.2 Horizontale Grundwasserfassungsanlagen

Horizontale Grundwasserfassungsanlagen kommen zum Einsatz, wenn bei ausreichenden Durchlässigkeiten des Untergrundes ($k_f \geq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s) dauerhafte Absenkungen des Grundwasserspiegels vorgenommen werden sollen. Horizontale Fassungsanlagen können teilgefüllt im Sinne einer „klassischen Drainage“ oder eingestaut betrieben werden. Beim eingestautem Betrieb können die Absenkungsbeträge durch geeignete Steuereinrichtungen an den Schachtbauwerken reguliert werden (Kap. 5.5.2)

Die im Emschergebiet zu planenden horizontalen Fassungsanlagen unterscheiden sich deutlich von klassischen Haus- oder Meliorationsdränagen. Sie weisen folgende spezifischen Eigenschaften auf:

- Verlegung erfolgt häufig in filtertechnisch schwierigen Böden mit höheren Feinkornanteilen. D.h. es sind hohe Anforderungen an die Bemessung der Filter zu stellen,
- Verlegung im dicht bebauten öffentlichen Raum (i.d.R. Straßen, z.T. aber auch unter Gleisanlagen) in größeren Tiefenlagen (i.d.R. ca. 4 – 6 m unter GOK) mit entsprechenden straßen- oder gleisbaulichen Anforderungen (z.B. ZTV Ew-StB 14, 2014),
- Betrieb der Fassungsanlagen im Überstau in Grundwasserleitern mit hohem Verockerungspotenzial,
- Regulierung des Grundwasserstandes und des Einstaus erfolgen über Stauelemente in Steuerschächten (Kap. 5.5.2).

Bei den im Emschergebiet zu planenden Anlagen zur Grundwasserbewirtschaftung sind aufgrund der o.g. spezifischen Eigenschaften, insbesondere aufgrund der infrastrukturellen Randbedingungen lange Standzeiten (30-40 Jahre) bei möglichst geringem Betriebsaufwand anzustreben. Dieses Ziel lässt sich nur mit technisch hochwertigen Grundwasserfassungsanlagen erreichen. An Planung, Bau und Betrieb der horizontalen Grundwasserfassungsanlagen im Emschergebiet sind daher hohe Anforderungen zu stellen. Die technischen Anforderungen sind eher mit denen an Horizontalfilter-Brunnen vergleichbar, als mit denen an klassische Haus- oder Meliorationsdränagen.

4.2.3

Brunnen

Brunnen kommen zur Anwendung, wenn der Grundwasserleiter Durchlässigkeiten zwischen $k_f = > 1 \cdot 10^{-2}$ bis $1 \cdot 10^{-5}$ m/s aufweist. Im Emschergebiet treten Grundwasserleiter mit derartigen Durchlässigkeiten im westlichen, rheinnahen Gebiet auf.

Mit Brunnen kann in durchlässigen bis sehr stark durchlässigen Grundwasserleitern ein weit reichender Absenkungstrichter erreicht werden. Grundsätzlich können Horizontalfilter- oder Vertikalfilterbrunnen zum Einsatz kommen.

Bei einem Vertikalfilterbrunnen erfolgt die Grundwasserentnahme über eine Tauchmotorpumpe (Brunnenpumpe), die in einem filterstabil ausgebauten vertikalen Bohrloch installiert wird.

Bei einem Horizontalfilterbrunnen werden aus einem zentralen Schacht horizontale Brunnenbohrungen vorgenommen, die mit Filterrohren und Schüttgütern filterstabil ausgebaut werden. Die Ableitung des Grundwassers erfolgt zu dem zentralen Schacht und wird von dort z.B. über Tauchmotorpumpen gefördert.

Horizontalfilterbrunnen erfordern im Gegensatz zu Vertikalfilterbrunnen deutlich höhere Investitionskosten. Das Haupteinsatzgebiet von Horizontalfilterbrunnen liegt in der Trink- und Brauchwassergewinnung, insbesondere wenn es um die wirtschaft

liche Nutzung von gering mächtigen, sehr ergiebigen Grundwasserleitern geht. Horizontalfilterbrunnen weisen i.d.R. eine lange Standzeit auf, infolge der geringen Filtereintrittsgeschwindigkeiten, des geringen Sauerstoffeintrags und der geringen Verockerungsanfälligkeit.

Aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten können Vertikal- und insbesondere Horizontalfilterbrunnen nur im westlichen rheinnahen Teil des Emschergebietes wirtschaftlich betrieben werden. Bei den im mittleren und östlichen Emschergebiet vorherrschenden filtertechnisch schwierigen Böden haben Vertikalfilterbrunnen den Nachteil, dass eine Anlage aus vielen Betriebspunkten aufgebaut werden müsste, verstärkte Ausfällungen aufgrund der höheren Strömungsgeschwindigkeiten und Turbulenzen zu erwarten sind und bei Betriebsstörungen oder Stromausfall i.d.R. kein ausreichender Ersatz zur Verfügung steht oder dieser nur sehr aufwändig zur Verfügung gestellt werden kann. Insgesamt wird deshalb der Betriebs- und Instandhaltungsaufwand von Vertikalfilterbrunnen im mittleren und östlichen Emschergebiet als hoch im Vergleich mit eingestaut betriebenen Dränagen eingeschätzt. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund des „Ewigen Betriebes“ dieser Anlagen als wirtschaftlicher Nachteil zu bewerten.

4.3 Standzeit der Systeme

Die Standzeit der Fassungs- und Ableitungssysteme hängt in starkem Maße von den nachfolgend aufgeführten Parametern ab:

- hydrochemischer Zustand des gefassten Wassers,
- vorgesehene Maßnahmen zur Vermeidung von Verockerungen und Versinterungen,
- sach- und fachgerechte Planung und Herstellung der Ersatzsysteme zur Grundwasserbewirtschaftung,
- Art und Häufigkeit der Inspektion und Unterhaltung,

Unter Berücksichtigung der o.g. Rahmenbedingungen und einer entsprechenden Wartung sind Standzeiten von 30 – 40 Jahren zu erwarten. Damit liegen diese deutlich unter den Standzeiten von Abwasserkanälen (i.d.R. ca. 80 Jahre). Werden Ersatzsysteme zeitgleich und parallel zu Abwasserkanälen im Rahmen einer Kanalsanierungsmaßnahme neu gebaut, so ist bei der Trassierung zu berücksichtigen, dass eine Erneuerung der Ersatzsysteme ohne Beschädigung der Abwasserkanäle möglich sein muss. Entsprechende Abstände sind zu beachten (Kap. 5.2).

4.4 Steuerung des Grundwasserstandes

Mit dem Ersatzsystem soll der Grundwasserstand auf ein definiertes Absenkungsziel eingestellt werden (Kap. 3.1). Die einzuhaltenden Absenkungsbeträge (bzw. Einstau-niveaus der Dränagen) werden hierzu i.d.R. im Rahmen der Planung auf Grundlage von Grundwassermodellrechnungen festgelegt.

Aufgrund der inhomogenen Bodenverhältnisse werden ggf. die gewünschten Absenkmale mit den eingestellten Einstau niveaus der horizontalen Fassungsanlagen nicht unmittelbar erreicht. Darüber hinaus kann es auch sein, dass die Absenkmale jahreszeitlich bedingt nachgesteuert werden müssen. Um eine Nachsteuerung der Absenkmale vornehmen zu können, müssen die Einstau niveaus der horizontalen Fassungsanlagen über in der Höhe veränderbare Staulemente in Steuerschächten einstellbar sein (Kap. 5.5.2). Entsprechende Hinweise zu Änderungen der Einstau niveaus sind auf Grundlage des begleitenden Grundwasser-Monitoring zu erarbeiten (Kap. 6.4).

5 Bauliche Hinweise

5.1 Planungsgebiet

Um eine Fremdwassersanierung zu ermöglichen, sollte das Planungsgebiet mindestens so groß gewählt werden, dass ein zusammenhängendes Ersatzsystem gebaut werden kann, mit dem es möglich ist, das gefasste Wasser einem Oberflächengewässer zuzuführen (Abb. 4.2).

Die bauliche Umsetzung des Ersatzsystems erfolgt in Abstimmung zwischen dem Kanalnetzbetreiber und der Emschergenossenschaft. Die Kanalnetzbetreiber bauen dabei die Teile des Ersatzsystems bis zum Übergabepunkt, an dem das gefasste Wasser an die Emschergenossenschaft übergeben wird. Die Emschergenossenschaft baut ab dem Übergabepunkt die Anlagenteile, die notwendig sind, um das gefasste Wasser in die genossenschaftlichen Oberflächengewässer einzuleiten.

Die Umsetzung des Ersatzsystems kann vollständig oder in Teilabschnitten - als temporäre Zwischenzustände - erfolgen. Der Vorteil der großräumigen, ganzheitlichen Planung liegt darin, dass auch bei temporären Teilumsetzungen des Ersatzsystems Systemteile gebaut werden können, die im Laufe der Jahre zu einem zusammenhängenden Ersatzsystem zusammen wachsen, ohne dass in späteren Umsetzungsphasen zusätzliche Pumpmaßnahmen erforderlich werden. Bei der baulichen Umsetzung ist allerdings immer anzustreben, dass der Hauptableitungsstrang des Ersatzsystems inkl. des Übergabepunktes möglichst zeitnah gebaut wird, damit die Fremdwassersanierung wirksam werden kann.

5.2 Trassierung

Hinsichtlich der Trassierung der Ersatzsysteme ist im Rahmen der Planung gemeinsam zwischen dem Kanalnetzbetreiber und der Emschergenossenschaft festzulegen, ob der Bau der Ersatzsysteme zeitgleich mit der Sanierung oder dem Neubau der öffentlichen Kanalisation, oder zeitlich unabhängig voneinander erfolgen soll. Bei zeitgleicher Umsetzung sollten die Baumaßnahmen aus wirtschaftlichen Gründen möglichst in einer gemeinsamen Baugrube ausgeführt werden. Sofern Kanal-sanierungsplanungen beim Kanalnetzbetreiber vorliegen, orientieren sich die Trassen der Ersatzsysteme an den Trassen der geplanten öffentlichen Kanäle. Liegen

Kanalsanierungsplanungen nur für Teilabschnitte des Ersatzsystems vor, ist im Zuge der Planung zu entscheiden, ob sich in den Abschnitten ohne Kanalsanierungsplanung die Trassen des Ersatzsystems an den Lagen der vorhandenen öffentlichen Kanäle orientieren sollen.

Der lichte Abstand zwischen Ersatzsystem und öffentlichem Kanal soll bei entsprechenden Platzverhältnissen so gewählt werden, dass durch spätere bauliche Eingriffe in eines der Systeme das andere nicht in seiner Lage und Funktion beeinträchtigt bzw. gestört wird. Die spätere Niederbringung eines Baugrubenverbaus zwischen Ersatzsystem und Kanal muss möglich sein. Bei beengten Platzverhältnissen ist zu gewährleisten, dass aufgrund der kürzeren Standzeiten zumindest das Ersatzsystem zur Grundwasserbewirtschaftung ohne Beeinträchtigung des öffentlichen Kanals erneuert werden kann. Bei der Festlegung des Abstandes sind die Baugrubenbreiten nach DIN 4124 sowie die Empfehlungen zum Aufbau der Filterschüttung (Kap. 5.3.2) zu beachten.

Die nachfolgenden Abbildungen 5.1 bis 5.4 zeigen beispielhaft mögliche Trassierungen von öffentlichem Mischwasserkanal und Ersatzsystem. In Abb. 5.1 ist dabei die Trassierung für eine Variante dargestellt, bei der sowohl der Mischwasserkanal als auch die horizontale Grundwasserfassungsanlage unabhängig voneinander erneuert werden können. Hierbei ist ein Mindestabstand von 2,05 m zwischen der Außenkante des Mischwasserkanals und der Achse der Grundwasserfassungsanlage erforderlich. Die Abbildungen 5.2 bis 5.4 zeigen demgegenüber mögliche Trassierungsvarianten, bei denen später nur die horizontale Grundwasserfassungsanlage unabhängig erneuerbar ist. Diese Trassierungsvarianten finden i.d.R. bei beengten Platzverhältnissen Anwendung. Zwischen der Außenkante des Mischwasserkanals und der Achse der Grundwasserfassungsanlage ist in diesen Fällen ein Mindestabstand von 1,25 m erforderlich. Die Varianten der Abbildungen 5.2 bis 5.4 unterscheiden sich hinsichtlich der Anordnung des Verbaus im Bereich des Schachtes des Mischwasserkanals. In der Variante der Abb. 5.2 wird der Verbau direkt neben der Außenkante des Schachtes angeordnet. In der Variante der Abb. 5.3 wird das neben dem Schacht liegende Filterrohr durch eine geschlossene Transportleitung ersetzt und diese beidseitig mit einer nur 0,35 m mächtigen Filterschicht umgeben. Der Verbau kann hierdurch in einem Abstand von 0,25 m von der Außenkante des Schachtes niedergebracht werden. In der Variante der Abb. 5.4 wird der Schacht des Mischwasserkanals in den Verbau integriert.

Der Abstand der beiden Systeme wird maßgeblich von der Größe der Schachtbauwerke des Mischwasserkanals beeinflusst. Die o.g. Abstände beziehen sich auf Schachtbauwerke der Nennweite DN 1000. Bei größeren Schachtbauwerken sind die Abstände beider Systeme entsprechend zu vergrößern.

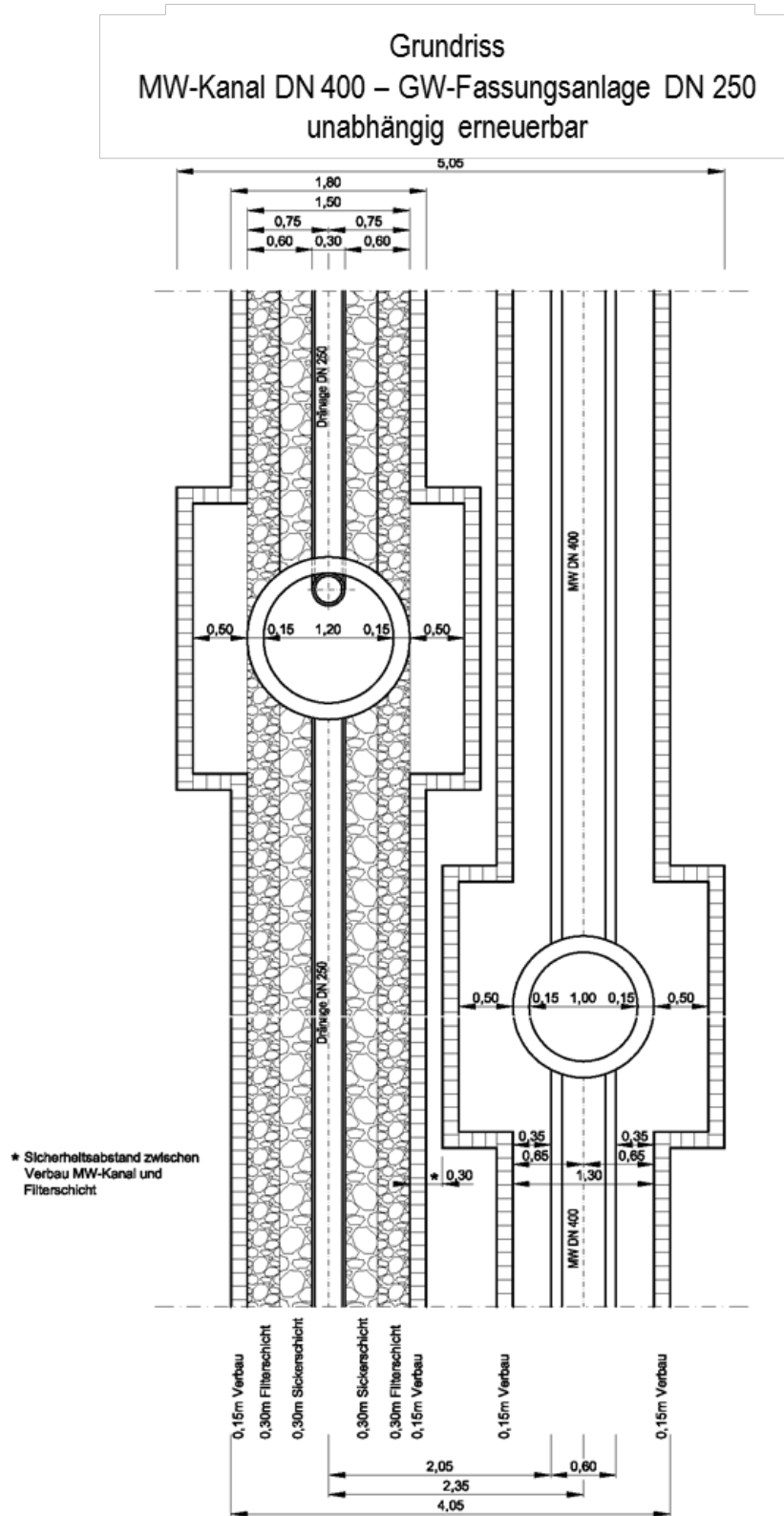


Abb. 5.1: Trassierung öffentlicher Mischwasserkanal und Grundwasserfassungsanlage, unabhängig voneinander erneuerbar

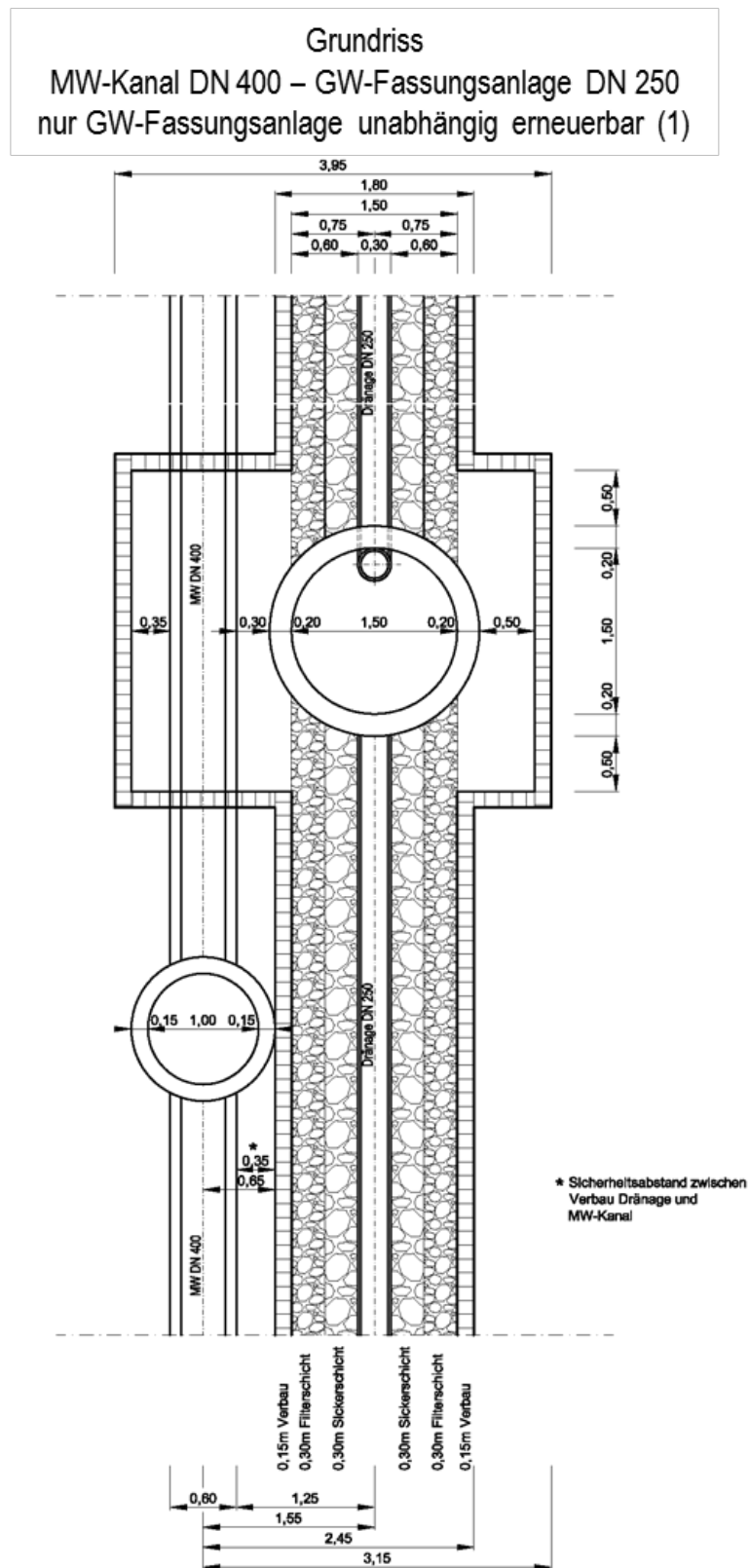


Abb. 5.2: Trassierung öffentlicher Mischwasserkanal und Grundwasserfassungsanlage, nur Grundwasserfassungsanlage erneuerbar (1)

Grundriss MW-Kanal DN 400 – GW-Fassungsanlage DN 250 nur GW-Fassungsanlage unabhängig erneuerbar (2)

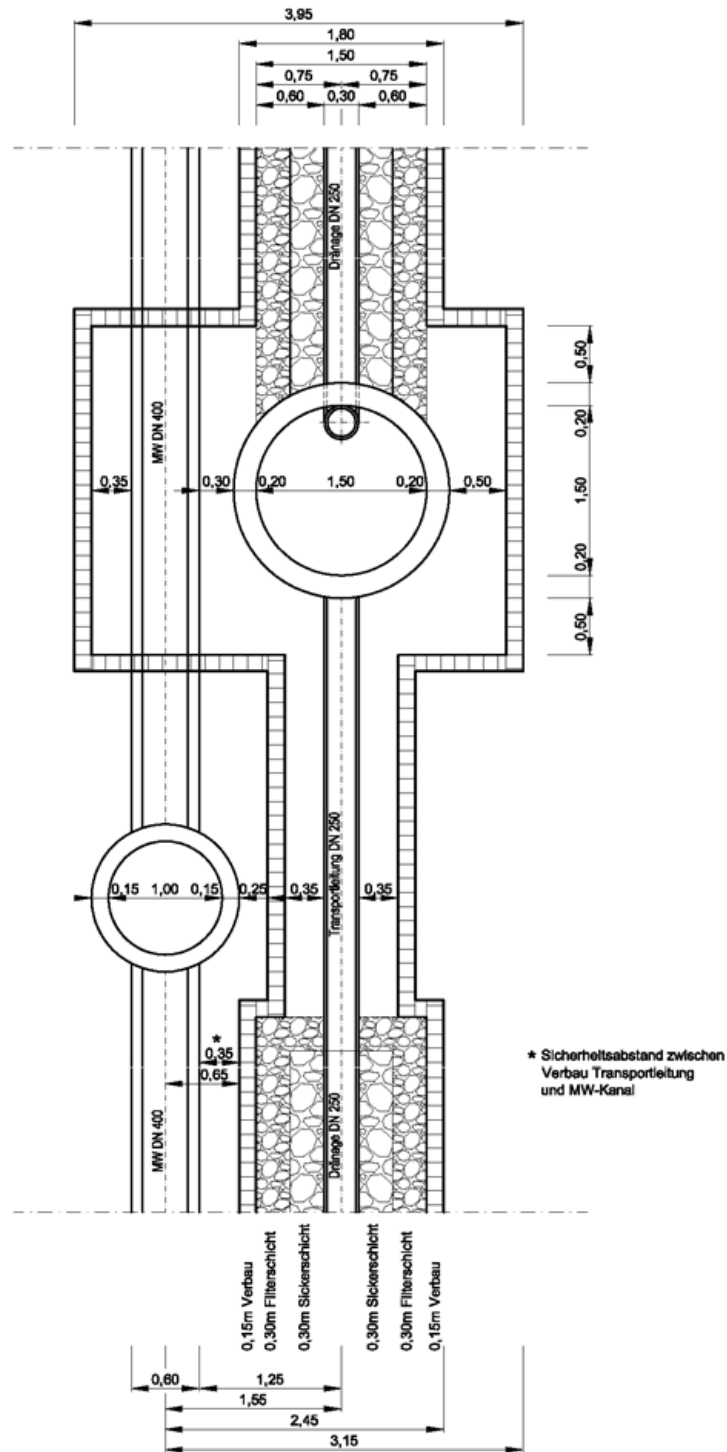


Abb. 5.3: Trassierung öffentlicher Mischwasserkanal und Grundwasserfassungsanlage, nur Grundwasserfassungsanlage erneuerbar (2)

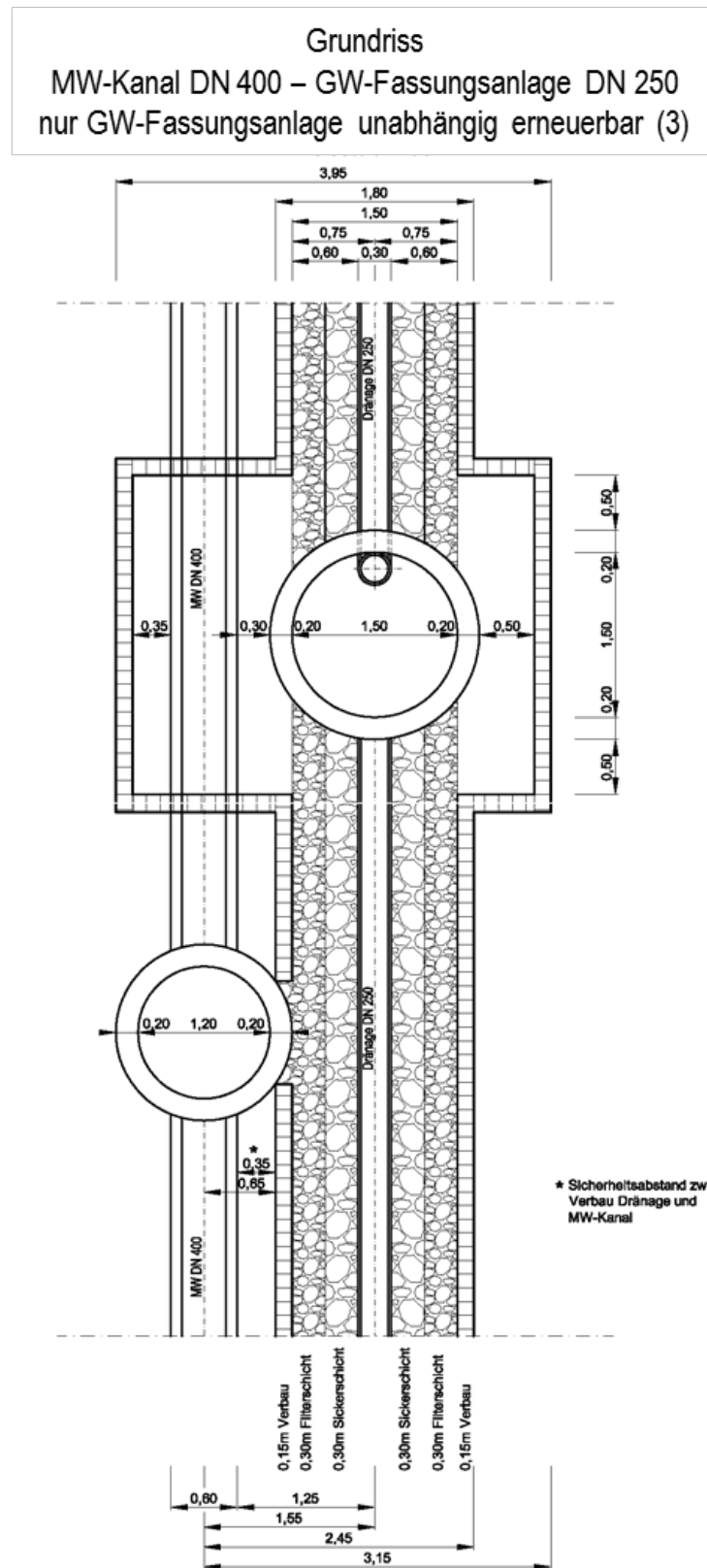


Abb. 5.4: Trassierung öffentlicher Mischwasserkanal und Grundwasserfassungsanlage, nur Grundwasserfassungsanlage erneuerbar (3)

5.3 Horizontale Grundwasserfassungsanlage

Um die hydraulische Funktionsfähigkeit sicherzustellen, muss die horizontale Grundwasserfassungsanlage das zuströmende Grundwasser in ausreichendem Maße aufnehmen und ableiten können. Hierzu sind die im Emschergebiet geplanten horizontalen Grundwasserfassungsanlagen sowohl mit einem Filterrohr als auch mit einer Filterschüttung auszustatten.

5.3.1 Filterrohr

Filterrohre sind heute überwiegend aus PVC, PEHD und Edelstahl erhältlich. Für die im Emschergebiet geplanten horizontalen Fassungsanlagen stellen Rohre aus weichmacherfreiem Hart-PVC (PVC-U) eine wirtschaftlich günstige Lösung beim Zustrom unbelasteter oder hintergrundbelasteter Grundwässer dar. Ist in einzelnen Ausnahmefällen damit zu rechnen, dass der Grundwasser-Fassungsanlage auch belastete Grundwässer zuströmen, ist der Einsatz von PEHD-Filterrohren zu prüfen. Die in hochwertigen Brunnen häufig verwendeten Edelstahlfilter weisen deutlich bessere hydraulische Eigenschaften als Filterrohre aus PVC oder PEHD auf. Da Edelstahlfilter allerdings deutlich teurer sind, ist die Notwendigkeit ihrer Verwendung in den Planungen im Einzelfall immer zu prüfen.

Die Filterrohre sind als Vollsickerrohre oder als Teilsickerrohre in verschiedenen Baulängen erhältlich. Für die im Emschergebiet geplanten horizontalen Grundwasserfassungsanlagen werden Teilsickerrohre mit geschlossener Fließsohle (ca. 120°) empfohlen.

Die Dimensionierung der Filterrohre orientiert sich an dem zu erwartenden Grundwasserzustrom. Der zu erwartende Grundwasserzustrom wird mit Hilfe eines Grundwasserströmungsmodells berechnet. Das in den Planungen verwendete Grundwasserströmungsmodell ist i.d.R. auf mittlere Grundwasserstände kalibriert und bildet ein stationäres Strömungsregime ab. Da der Grundwasserzustrom im Jahresverlauf aber um den Jahresmittelwert schwankt, muss zur Dimensionierung der Filterrohre, der in den Wintermonaten maximal zu erwartende Grundwasserzustrom berücksichtigt werden. Hierzu ist in den Planungen der Faktor zu ermitteln, mit dem die Jahresmittelwerte des Grundwasserzustroms multipliziert werden müssen.

Die Filterrohre sollen grundsätzlich eine Nennweite größer ausgelegt werden als hydraulisch erforderlich. Aus betrieblichen Gründen sollen Filterrohre - auch bei geringem Wasserandrang - einen Mindestinnendurchmesser von ca. 250 mm nicht unterschreiten.

Die Filterrohre sollen eine möglichst große offene Filterfläche aufweisen, die gleichmäßig über die Sickerfläche der Rohre ausgebildet ist. Die offene Filterfläche darf dabei einen Mindestwert von 100 cm²/m nicht unterschreiten.

Die Schlitzweite der Filterrohre ist auf die Körnung des angrenzenden Schüttgutes abzustimmen, um eine Erosion des Schüttkornes und des anstehenden Bodens zu vermeiden (Kap. 5.3.2).

Darüber hinaus ist im Zuge der Planung der statische Nachweis der Eignung der Filterrohre für den Einbauort nach ATV-DVWK-A 127 zu erbringen.

5.3.2 Filterschüttung

Die Filterschüttung soll eine mechanische Filterwirksamkeit gegenüber dem zu entwässernden Boden gewährleisten und somit einen Materialtransport im Boden, der zu Suffosions-, Erosions- oder Kolmationsprozessen führen kann, verhindern. Darüber hinaus soll die Filterschüttung die hydraulische Filterwirksamkeit sicherstellen, damit das gefasste Wasser möglichst ungehindert zum Filterrohr abgeleitet werden kann.

Als Suffosion ist der Transport der feinen Fraktionen eines Bodens im Porenraum des Korngerüstes der groben Fraktionen durch die Wasserströmung zu verstehen. Das tragende Grobkorngerüst bleibt hierbei unverändert. Als Erosion wird der durch die Wasserströmung verursachte Transport nahezu aller Kornfraktionen eines Bodens bezeichnet. Die Erosion führt zu einer Veränderung der tragenden Bodenstruktur. Die Kolmation bezeichnet einen Vorgang, bei dem sich von der Wasserströmung transportierte Teilchen im Porenraum des Grobkorngerüstes eines Bodens oder an der Oberfläche eines in Strömungsrichtung angrenzenden feinkörnigeren Bodens ablagern.

Als Filterschüttung können grundsätzlich natürlich vorkommende (Kiese, Sande) oder künstlich hergestellte (z.B. Glaskugeln) Körnungsgemische verwendet werden. Es wird allerdings empfohlen, nur Schüttgüter zu verwenden, die in Anlehnung an DIN 4924 folgende Anforderungen erfüllen:

- Möglichst gerundete Kornoberflächen, kein künstlich gebrochenes Material,
- Zulässiger Massenanteil an Unter- und Überkorn maximal 10%, bei Korngruppen mit Korngrößen $< 1,0$ mm maximal 5%
- Zulässiger Massenanteil an Feinkornfraktionen $< 0,063$ mm maximal 1 %,
- Chemische Zusammensetzung der Schüttgüter hinsichtlich $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 2$ % sowie hinsichtlich $\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3$ %. Der Nachweis der chemischen Zusammensetzung muss auf Grundlage von DIN 51001 oder DIN EN 12902 vorliegen.

Die Filterschüttung kann einlagig als Einstufen- (Ungleichförmigkeitszahl $\text{Cu} \leq 5$) oder Mischkornfilter ($\text{Cu} \geq 5$) oder mehrlagig als Stufenfilter aufgebaut werden. Bei Stufenfiltern müssen die einzelnen Filterstufen sicher gegen Kontakterosion ausgebildet sein. Um bei den im Emschergebiet i.d.R. vorherrschenden gemischtkörnigen Böden Filterrohre mit möglichst großen Schlitzweiten verwenden zu können, wird grundsätzlich der Aufbau einer zweistufigen Filterschüttung empfohlen. Große Schlitzweiten werden als vorteilhaft hinsichtlich der Verockerungsproblematik angesehen. Darüber hinaus weisen am Markt verfügbare, wirtschaftlich günstige Filterrohre i.d.R. Schlitzweiten auf, die deutlich größer sind als die bei einem Einstufenfilter erforderlichen Schlitzweiten.

Die nachfolgende Abb. 5.5 zeigt beispielhaft die Anordnung von Filterrohr, zwei-stufiger Filterschüttung (Filter- und Sickerschicht) sowie Bettungsschicht für die Verlegung in einem gemischtkörnigen Boden mit geringem Feinkornanteil. Hinsichtlich der dargestellten Korngrößen- und Schlitzweitenangaben sei darauf hingewiesen, dass diese in der Abbildung nur beispielhaft angegeben sind und dass im Rahmen der Planung immer eine individuelle Bemessung erforderlich ist.

Das Rohrauflager besteht aus einer 0,2 m-mächtigen Bettungsschicht. Auf die Bettungsschicht wird das teilgeschlitzte Filterrohr mit der unten liegenden geschlossenen Fließsohle verlegt, wobei es ca. 0,05 m in die Bettungsschicht einbindet. Die gröbere, innere Sickerschicht umgibt das teilgeschlitzte Filterrohr seitlich und nach oben. Dabei soll die Sickerschicht neben dem Filterrohr eine Breite von $1 \times DA$ und eine Gesamtbreite von $3 \times DA$ aufweisen sowie die Rohroberkante mit einer Höhe von $1 \times DA$ überlagern. Die Sickerschicht wird von der äußeren Filterschicht an den Seiten mit einer Breite von $1 \times DA$ und nach oben mit einer Höhe von $1 \times DA$ umgeben. Insgesamt weist die gesamte Filterschüttung eine Breite von $5 \times DA$ und eine Höhe von $3 \times DA$ auf.

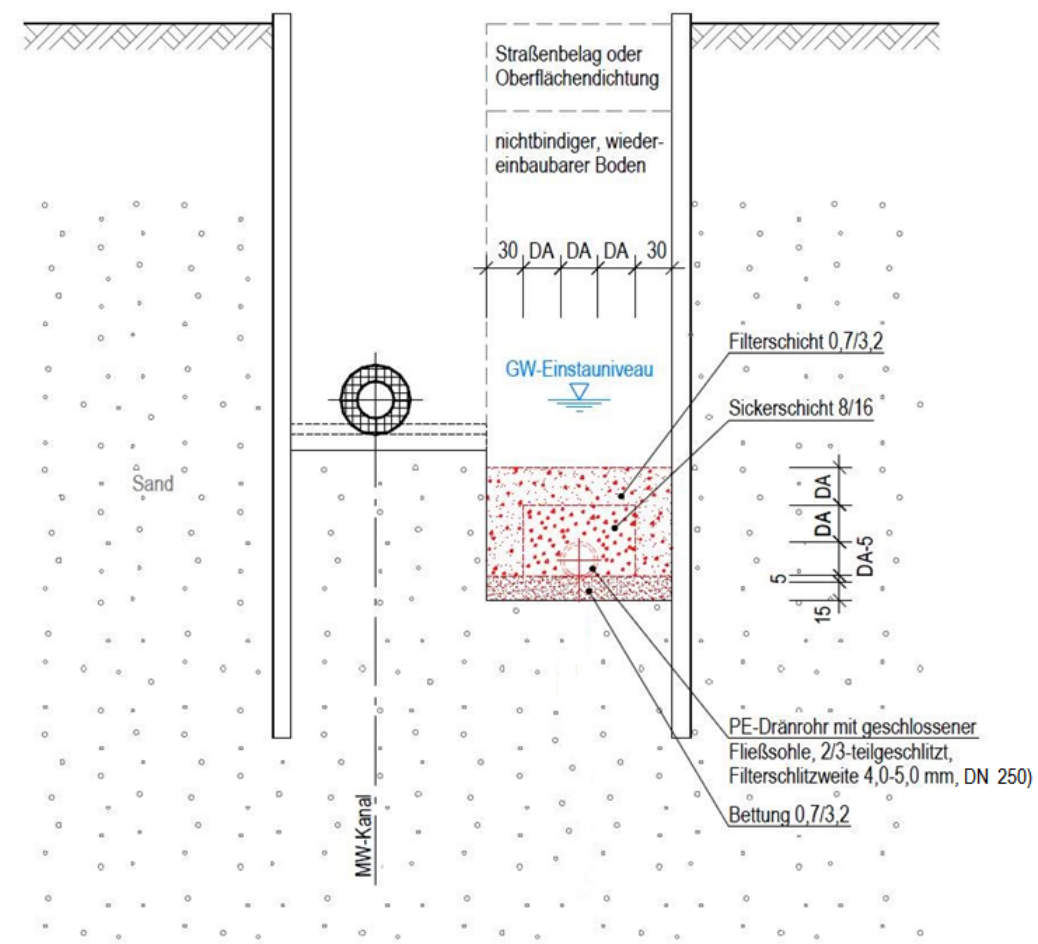


Abb. 5.5: Beispielhafter Aufbau der horizontalen Grundwasserfassungsanlage in einem gemischtkörnigen Boden mit geringem Feinkornanteil

Hinsichtlich des Filteraufbaus ist zu beachten, dass kreuzende bzw. parallele Leitungen (Ver- und Entsorgung) immer außerhalb der Filterschicht der horizontalen Fassungsanlage zu verlegen sind.

Die Bemessung der Filterschüttung hängt von der petrographischen Zusammensetzung des anstehenden, zu entwässernden Bodens ab. Die Bemessung erfolgt unter Berücksichtigung der Körnungslinien des anstehenden Bodens. Im Rahmen der hydrogeologischen Untersuchung sind daher zunächst der Schichtenaufbau entlang der Trasse der geplanten Grundwasserfassungsanlage mittels geeigneter Bohr- und/oder Sondierverfahren detailliert aufzunehmen und die Schichten gemäß DIN 18196 zu klassifizieren. Hierzu sind als Grundlage repräsentative Bodenproben geeigneter Güteklasse zu entnehmen und die entsprechenden Kornverteilungen mittels Sieb-/Schlämmanalysen gemäß DIN 18123 zu ermitteln. Zeigt die Schichtenfolge einen heterogenen petrographischen Aufbau, ist die Filterschüttung im Verlauf der Trasse differenziert auf die anstehenden Schichten abzustimmen. Hierzu sind die einzelnen Körnungslinien der Bodenklassen zu sinnvollen Körnungsbändern zusammenzufassen und im Rahmen der Bemessung auszuwerten.

Es wird empfohlen, die Bemessung der Filterschüttung gemäß den BAW-Merkblättern „Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen“ (BAW MAK) sowie „Merkblatt Materialtransport im Boden“ (BAW MMB) vorzunehmen. Die Bettungsschicht kann dabei aus dem gleichen Schüttkorn aufgebaut werden wie die äußere Filterschicht.

Nach Bemessung der Filterschüttung ist die Schlitzweite des Filterrohres auf die Korngruppe der (inneren) Sickerschicht abzustimmen. Um eine Erosion des Schüttkornes und des anstehenden Bodens zu vermeiden, werden in Anlehnung an das Merkblatt DVGW W 118 die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Richtwerte für die Schlitzweiten der Filterrohre empfohlen:

Tab. 5.1: Empfohlene Richtwerte für die Schlitzweite der Filterrohre

Untere Begrenzung der Filterschüttung der Sickerschicht	Schlitz-/Spaltweite Filterrohr
> 0,7 mm	0,3 mm - 0,5 mm
> 1,0 mm	0,5 mm - 0,75 mm
> 2,0 mm	1,0 mm - 1,5 mm
> 3,15 mm	2,0 mm - 2,5 mm
> 5,6 mm	3,0 mm - 4,0 mm
> 8,0 mm	4,0 mm - 5,0 mm

Die Grabenfüllung oberhalb der Filterschüttung soll mit nichtbindigem, wiedereinbaubarem Boden aufgebaut werden. Hierbei ist auf die Filterstabilität zwischen Grabenfüllung und Filterschüttung zu achten. Kann diese nicht gewährleistet werden, ist oberhalb der Filterschüttung ein Gegenfilter einzubauen oder ein Geotextil zu verlegen, um ein Infiltrieren feinkörniger Bodenmaterialien in die äußere Filterschicht zu verhindern.

Die Grabenfüllung soll zum Schutz der horizontalen Grundwasserfassungsanlage gegen sauerstoffhaltiges Sickerwasser nach oben durch eine Dichtungsschicht (i.d.R. Straßenbelag oder Oberflächendichtung/bindiger Oberboden) abgeschlossen werden.

Anlagen zur Regenwasserversickerung dürfen in keinem Fall in der Grabenfüllung oder im Nahbereich der Grabenfüllung angeordnet werden. Durch den Eintrag von sauerstoffreichem Wasser würde der Verockerungsprozess verstärkt.

Es wird empfohlen, während der Bauausführung den anstehenden Boden zu begutachten und den geplanten Filteraufbau zu überprüfen. Ggf. sind hierbei noch Anpassungen des Filteraufbaus erforderlich.

Ein Sonderfall liegt vor, wenn die horizontale Grundwasserfassungsanlage vollständig oder abschnittsweise im Festgestein (z. B. Mergel) verlegt werden soll. In diesem Fall müssen zur Festlegung des Filteraufbaus und zur Bemessung der Schüttgüter zusätzliche, vertiefende hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt werden. Zum einen muss hierbei der hydraulische Kontakt zwischen quartärem Porengrundwasserleiter und kreidezeitlichem Kluftgrundwasserleiter ermittelt werden, um festzustellen, ob ein gemeinsames Grundwasserstockwerk aus Poren- und Kluftgrundwasserleiter oder zwei getrennte Grundwasserstockwerke bestehen. Wird eine hydraulische Trennung zwischen beiden Grundwasserleitern festgestellt, ist darauf zu achten, dass mit dem Bau des Ersatzsystems kein hydraulischer Kurzschluss zwischen beiden Grundwasserleitern entsteht. Zum anderen sind vertiefende Untersuchungen zur Bestimmung des Schüttkorns erforderlich. Bei Kluftgrundwasserleitern sind Erosionsprozesse vom Grundsatz her ausgeschlossen. Die Erosionssicherheit schließt aber nicht aus, dass das der horizontalen Grundwasserfassungsanlage zufließende Wasser Feststoffanteile enthält. Die Bestimmung einer derartigen Korngröße ist nur über eine Probennahme beim Pumpstest am unausgebauten Bohrloch erfassbar. Das Schüttkorn der horizontalen Fassungsanlage im Festgestein sollte in solch einem Falle so dimensioniert sein, dass das auszutragende Material sicher bis in die Fassungsanlage gelangen kann. In Festgesteinsgrundwasserleitern, die nicht zum Absanden neigen, fällt dem Schüttkorn daher in der Regel nur eine statische Aufgabe zu (DVGW W 118).

5.3.3

Geotextil

Müssen Filterstrecken in Böden mit hohen Feinkornanteilen verlegt werden, ist zu prüfen, ob mit dem o.g. zweistufigen Filteraufbau eine Filterstabilität erzielt werden kann. Ist dies nicht der Fall, muss zwischen den um das Filterrohr einzubringenden Schüttgütern und dem anstehendem Boden ein Geotextil eingebaut werden. Ein

Geotextil ist ein im Kontakt mit Böden und anderen Baustoffen im Bauwesen verwendetes, wasser- und luftdurchlässiges textiles Flächengebilde. Geotextilien können aus Geweben, Vliesstoffen oder Verbundstoffen aufgebaut sein.

Bei Verwendung eines Geotextils als Filter ist eine horizontale Differenzierung der Filterschüttung in Sicker- und Filterschicht nicht erforderlich. Das Filterrohr wird an den Seiten von einer Sickerschicht mit einer Breite von $1 \times DA$ und nach oben mit einer Höhe von $1 \times DA$ umgeben. Die Gesamtbreite der Filterschüttung beträgt somit lediglich $3 \times DA$. In der Vertikalen folgt oberhalb der Sickerschicht eine Filterschicht, die mindestens bis zum vorgesehenen Grundwasser-Einstauniveau der horizontalen Fassungsanlage geschüttet wird. Stehen außerhalb der Grabenfüllung oberhalb des Grundwasser-Einstauniveaus deutlich besser durchlässige Bodenschichten an, sollte die Filterschicht weiter nach oben bis in das Niveau der besser durchlässigen Bodenschichten geschüttet werden. Die Mindestmächtigkeit der Filterschicht beträgt $1 \times DA$.

Unterhalb der Sickerschicht besteht das Rohraufleger aus einer 0,2 m-mächtigen Bettungsschicht. Auf die Bettungsschicht wird das teilgeschlitzte Filterrohr mit der unten liegenden geschlossenen Fließsohle verlegt, wobei es ca. 0,05 m in die Bettungsschicht einbindet. Die Bettungsschicht kann aus dem gleichen Material aufgebaut werden wie die Filterschicht.

Das Geotextil stellt die mechanische und hydraulische Filterwirksamkeit der Bettungs- und Sickerschicht gegenüber dem zu entwässernden Boden dar. Das Geotextil wird unterhalb der Bettungsschicht verlegt und seitlich bis zur Oberkante der Filterschicht (mindestens bis zum Grundwasser-Einstauniveau) hoch gezogen.

Abb. 5.6 zeigt beispielhaft die Anordnung von Filterrohr, Filter- Sicker- und Bettungsschicht sowie geotextilem Filtervlies für die Verlegung in einem gemischtkörnigen Boden mit hohem Feinkornanteil. Hinsichtlich der dargestellten Korngrößen- und Schlitzweitenangaben sei darauf hingewiesen, dass diese in der Abbildung nur beispielhaft angegeben sind und dass im Rahmen der Planung immer eine individuelle Bemessung erforderlich ist.

Das Geotextil ist vollflächig und seitlich überlappend (mind. 0,1 m) gemäß den Herstellerangaben zu verlegen und durch Verklammern oder Verkleben miteinander zu verbinden.

Es wird empfohlen, die Bemessung des Geotextils gemäß dem Merkblatt DVWK-M 221 vorzunehmen. Dabei sind die maximal zulässige Öffnungsweite O_{90} und die mindestens erforderliche Durchlässigkeit des Geotextils in Bezug zum abzufilternden Boden festzulegen.

Sollten an der Grabenwandung oberhalb der Filterschicht bindige Bodenschichten anstehen, ist die Filterschicht zusätzlich mit einem Geotextil abzudecken, um ein Infiltrieren der bindigen Bodenmaterialien in die grobporige Filterschicht zu verhindern.

Hinsichtlich des Filteraufbaus ist zu beachten, dass kreuzende bzw. parallele

Leitungen (Ver- und Entsorgung) immer außerhalb der Filterschüttung und der Bettungsschicht zu verlegen sind.

Es wird empfohlen, während der Bauausführung den anstehenden Boden zu begutachten und den geplanten Filteraufbau zu überprüfen. Ggf. sind hierbei noch Anpassungen des Filteraufbaus erforderlich.

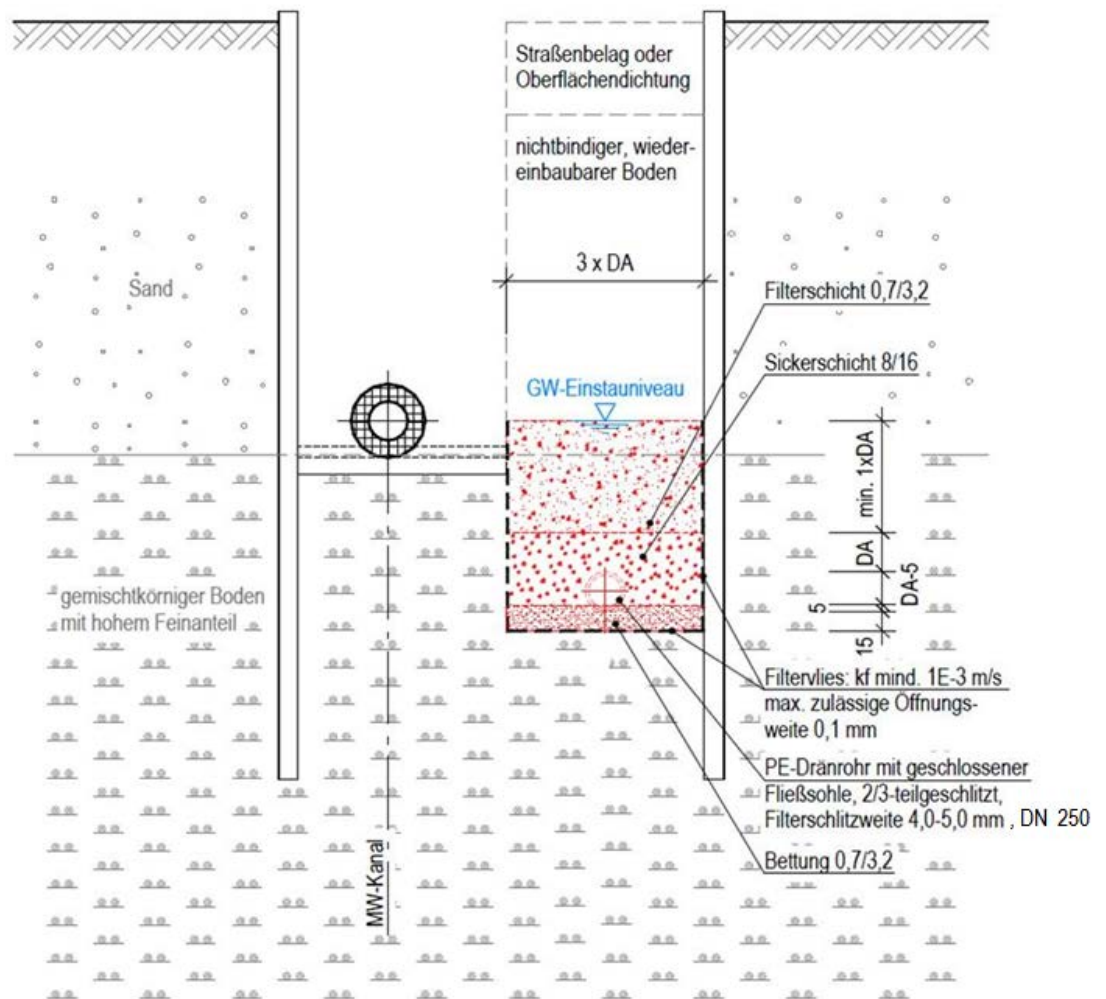


Abb. 5.6: Beispielhafter Aufbau der horizontalen Grundwasserfassungsanlage mit Geotextil in einem gemischtkörnigen Boden mit hohem Feinkornanteil

5.4 Ableitung

Transportleitungen dienen der Ableitung des gefassten Grundwassers und haben keine Drainagefunktion. Im Rahmen der Planung ist zu erarbeiten, ob ein serielles Ersatzsystem mit hintereinander angeordneten Drainage- und Transportleitungen (Kap. 4.1.1.1) oder ein paralleles Ersatzsystem mit einer durchgehenden Transportleitung und daran angeschlossenen parallelen Drainagesträngen (Kap. 4.1.1.2) zur Umsetzung kommt. Das parallele Ersatzsystem ist erforderlich, wenn die zusätzliche

Ableitung von vorhandenen Grundwasserfassungen aus Grundstücksentwässerungsanlagen oder gedrosseltem Regenwasser geplant ist. Es ist zu prüfen, ob ggf. eine Umnutzung von vorhandenem Kanalbestand berücksichtigt werden kann.

Die Ableitungstrasse ist immer so weit zu führen, dass eine Einleitung des gefassten Wassers in ein Oberflächengewässer möglich ist. An der Einleitstelle ist eine Rückstausicherung vorzusehen.

Bei entsprechenden Höhenverhältnissen kann zur Ableitung auch eine Pumpstation/ Druckrohrleitung erforderlich werden.

5.4.1 Ableitungsrohr

Transportleitungen sollen aus betrieblichen Gründen ebenfalls einen Mindestinnendurchmesser von ca. 250 mm aufweisen. Zudem soll auch bei dem Ableitungssystem ein Rohrdurchmesser gewählt werden, der eine Nennweite größer ist als hydraulisch erforderlich. Die Bemessung orientiert sich an der als Jahresmittelwerte bilanzierten Wassermenge aus dem Grundwassermodell zuzüglich eines Sicherheitszuschlages für hohe Grundwasserzuflüsse (Kap. 5.3.1). Sind zusätzliche Einleitungen von vorhandenen Grundwasserfassungen oder gedrosselte Regenwassereinleitungen, z.B. aus Abkopplungsmaßnahmen geplant, sind diese bei der Bemessung mit zu berücksichtigen.

Als Rohrmaterial werden beim Transport unbelasteter Grundwässer Ableitungsrohre aus weichmacherfreiem Hart-PVC (PVC-U) empfohlen. Ist damit zu rechnen, dass auch belastete Grundwässer abgeleitet werden müssen, ist zu prüfen, ob der Einsatz von PEHD-Ableitungsrohren sinnvoller erscheint. Bei einem Ersatzsystem mit hintereinander angeordneten Filter- und Ableitungsrohren ist darauf zu achten, dass Rohre aus gleichem Material verwendet werden.

5.5 Schächte

Schächte dienen der Revision oder der Steuerung des Grundwasser-Einstau-niveaus. Zur Vermeidung von Niederschlagswasserzutritten und von übermäßigem Luftzutritt sollen die Schachtabdeckungen ohne Lüftungsöffnungen mit einem tagwasserdichten Deckel ausgebildet werden. Es ist zu prüfen, ob durch den Einbau eines Zwischen-decks aus Edelstahlblech in den Schacht eine weitere Verringerung des Sauerstoff-eintrags erzielt werden kann.

5.5.1 Revisionsschächte

Die Revisionsschächte sollten aus betrieblichen Gründen einen Mindestdurchmesser von 1.200 mm (Emschergenossenschaft/Lippeverband, 2011) aufweisen und in einem Abstand von max. 50 – 70 m sowie in Knickpunkten angeordnet werden.

Die Revisionsschächte müssen ausreichend bemessen werden, um Regenerierungs-

arbeiten erfolgreich durchführen zu können. Je nach Regeneriertechnik werden unterschiedliche Gerätekonfigurationen verwendet. Bei abschnittslosen Verfahren werden i.d.R. kurze Baulängen für die Spülgeräte verwendet. Bei den wirkungsvolleren abschnittsweise arbeitenden Verfahren kommen Packersysteme und Pumpen zum Einsatz, die einen größeren Freiraum für die Einführung in die horizontale Fassungsanlage erfordern. Bei der Festlegung der Schachtdurchmesser ist daher bereits in der Planung zu klären, welche Regenerierungsverfahren im späteren Betrieb angewendet werden sollen.

5.5.2 Steuerschächte

Neben den Revisionsschächten beinhaltet das Ersatzsystem auch Steuerschächte, in denen das Einstauniveau bzw. Grundwasser-Vorflutniveau für die ankommende Haltung des horizontalen Fassungssystems reguliert werden kann. Die Steuerung des Wasserstandes erfolgt über in der Höhe veränderbare Rohrstutzen, die nach oben offen sind, so dass das gefasste Wasser frei aus- bzw. einfließen kann. Eine Anpassung des Einstauniveaus ist über eine Höhenänderung des Rohrstutzens im Steuerschacht jederzeit einfach vorzunehmen.

Die Rohrstutzen können auf der Zulauf- oder auf der Ablaufseite des jeweiligen Steuerschachtes angebracht werden. Zudem ist im Fußbereich des Rohrstutzens ein Schnellschussschieber oder ein Hydraulik-Schieber vorzusehen, der durch einen Seilzug bzw. pneumatisch vom Schachthals aus bedient werden kann. Die Anordnung des Rohrstutzens auf der Ablaufseite bietet die folgenden Vorteile:

- Die Entleerung der oberwasserseitigen Haltung kann über das Öffnen des Schiebers erfolgen,
- Der Rohrstutzen muss für die Entleerung bzw. für eine Reinigung/ Kamera-befahrung nicht demontiert werden,
- Durch den Wassereintritt in den Rohrstutzen kommt es nur in diesem zu Turbulenzen mit entsprechendem Lufteintrag und evtl. verbundenen Verockerungen. Der Rohrstutzen kann im Bedarfsfall leicht demontiert und gereinigt oder ausgetauscht werden. Wird der Rohrstutzen demgegenüber auf der Zulaufseite angeordnet, so tritt das Wasser aus ihm aus und würde im gesamten Schacht zu Verockerungen führen.

In den nachfolgenden Abbildungen 5.7 und 5.8 ist die Anordnung des Rohrstutzens im Schacht beispielhaft dargestellt:

Die an den Steuerschächten einzuhaltenden Einstauniveaus werden als Ergebnis der Grundwasserprognoserechnung vorgegeben. Die Absenckziele orientieren sich dabei weitgehend an dem Status Quo der Grundwasserstände des Ist-Zustandes (Kap. 3.1).

Die Anordnung der Steuerschächte ergibt sich ebenfalls als Ergebnis der Grundwasserprognoserechnung, indem hierbei festgelegt wird, an welchen Stellen Änderungen der Einstauniveaus erforderlich werden.

Der Durchmesser der Steuerschächte muss so gewählt werden, dass ein ausreichender Arbeitsraum im Bauwerk zur Verfügung steht sowie in Hinblick auf Befahrung, Reinigung und Regenerierung alle notwendigen Gerätschaften eingebracht werden können. Die Steuerschächte haben in der Regel einen Durchmesser DN 1500. In Abhängigkeit von der Anzahl der anzuschließenden horizontalen Fassungsanlagen und der damit verbundenen Anzahl der Einbauteile (Rohrstutzen) kann sich der Durchmesser auch auf DN 2000 vergrößern.

Steuerschacht DN 1500 Regelung Zulaufseite

LEGENDE :

- ① Schachtabdeckung Ø 800
- ② Auflagering
- ③ Schachthals
- ④ Fußauflagering
- ⑤ Steigleiter (28cm Steigmaß)
- ⑥ Seilzug
- ⑦ Niveauregelung
- ⑧ Rohrhalterung
- ⑨ Muffenverbindung
- ⑩ Schachtfutter
- ⑪ Einschubmuffe
- ⑫ Schnellschlussschieber
- ⑬ Stützfuß

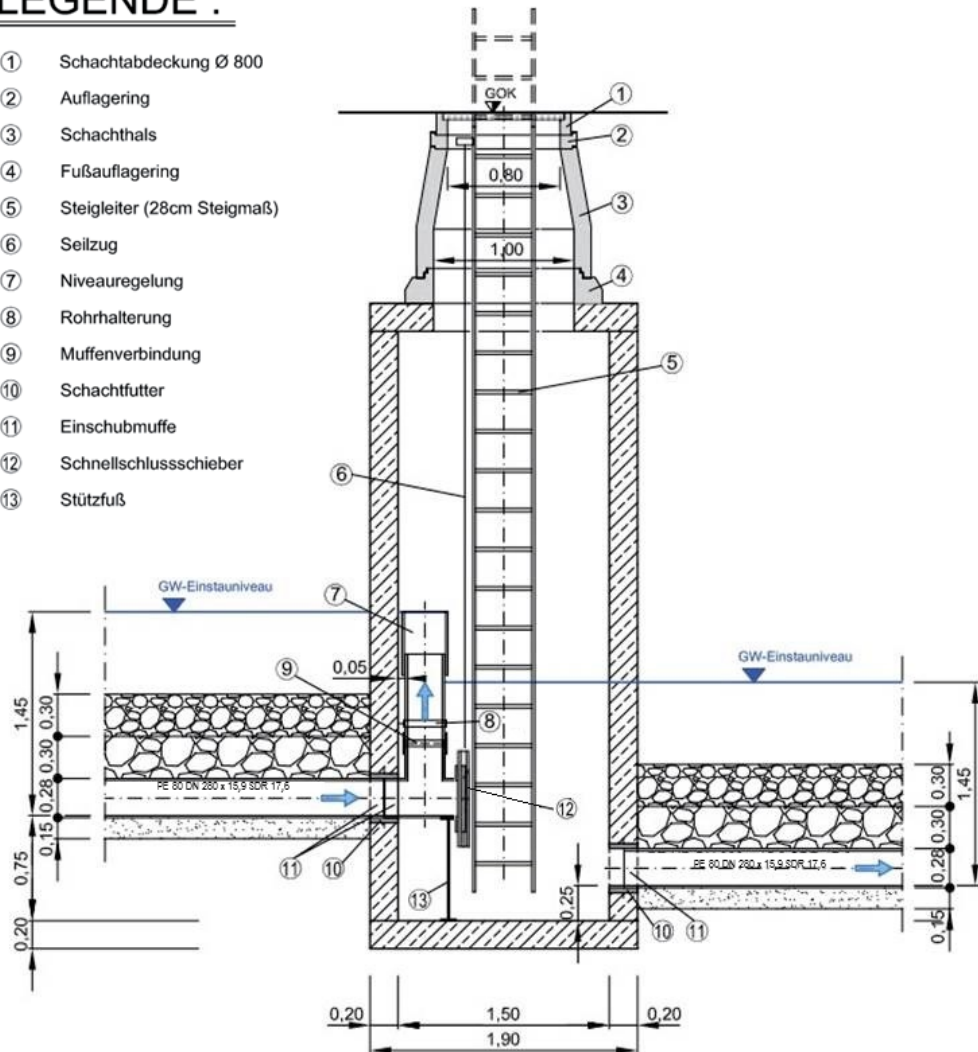


Abb. 5.7: Beispiel Steuerschacht mit Regelung auf der Zulaufseite

Steuerschacht DN 1500 Regelung Auslaufseite

LEGENDE :

- ① Schachtabdeckung Ø 800
- ② Auflagering
- ③ Schachthals
- ④ Fußauflagering
- ⑤ Steigleiter (28cm Steigmaß)
- ⑥ Seilzug
- ⑦ Niveauregelung
- ⑧ Rohrhaltung
- ⑨ Muffenverbindung
- ⑩ Schachtfutter
- ⑪ Einschubmuffe
- ⑫ Schnellschlussschieber
- ⑬ Stützfuß

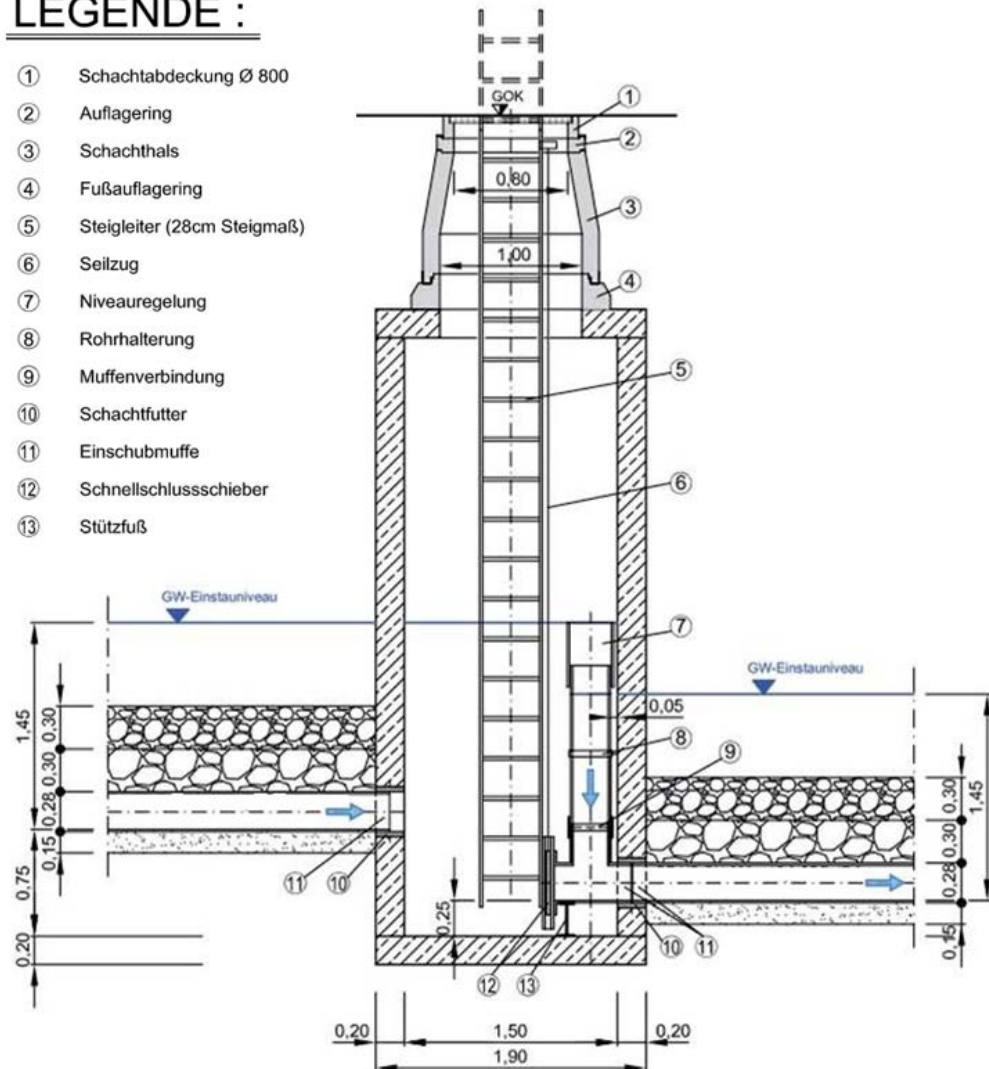


Abb. 5.8: Beispiel Steuerschacht mit Regelung auf der Auslaufseite

Treten an den Steuerschächten größere Änderungen der Grundwasser-Einstau-niveaus auf, ist das ablaufseitige Filterrohr im Nahbereich des Steuerschachtes durch einen kurzen Vollrohrabschnitt zu ersetzen. Hiermit soll verhindert werden, dass das tiefere Einstau-niveau auf der Auslaufseite zu einer Grundwasserabsenkung auf der Einlaufseite führt, und das gewünschte Einstauziel dort nicht erreicht werden kann. Die wirksame Mindestlänge des Vollrohrabschnitts, die abhängig ist von der Durch-lässigkeit des zu dränierenden Untergrundes, ist in der Planung zu ermitteln.

5.5.3 Pumpenschächte / Hebeanlagen

In manchen Fällen ist es erforderlich, das über die Grundwasser-Fassungsanlage anfallende Dränagewasser mittels einer Pumpe auf das Niveau des nächstgelegenen Vorfluters zu heben. Die Dimensionierung und Auswahl der Bauteile kann dabei sehr unterschiedlich ausfallen und ist auf die örtliche Situation anzupassen. Es bietet sich an, die geplanten Fördermengen mit ausreichendem Puffer zum maximal zu erwartenden Grundwasserzustrom aufzustocken. Dies ist zum Beispiel über gestaffelt angeordnete Pumpen unterschiedlicher Leistungsspektren möglich. Dazu müssen sowohl die Pumpen, als auch die dazugehörigen Steigleitungen redundant aufgestellt werden, um im Falle einer Wartung, Instandhaltung oder Störung den Betrieb unbeeinträchtigt fortführen zu können. Es empfiehlt sich ebenfalls, die Stromzufuhr über zwei unabhängige Einspeisungspunkte zu gewährleisten, damit im Falle einer Spannungsunterbrechung die Grundwasserableitung weiter gegeben ist.

Im Rahmen der Betriebsüberwachung ist der Einsatz von Messtechnik an Pumpenschächten / Hebeanlagen erforderlich. Hierbei sind mindestens folgende Parameter zu ermitteln:

- Geförderte Wassermengen pro Zeit (IDM, Wasseruhr oder Wasserstände kombiniert mit Pumpenbetriebszeiten),
- Wasserstände (Drucksonden),
- Laufzeiten,
- Stromaufnahme („Verbrauch“),
- Betriebsmeldungen („An“/„Aus“),
- Störungsmeldungen,
- Ggf. Grundwasserstände aus umliegenden Grundwassermessstellen.

Durch eine dauerhafte Datenspeicherung der genannten Parameter ist es so möglich, Zustandsveränderungen an den Anlagen zu erkennen und ggf. rechtzeitig Optimierungen vorzunehmen.

5.6 Tiefenlage

Der Rohrscheitel des Filterrohres muss in einer Tiefe von $> 2 \times DA$ unter dem tiefsten zu erwartenden Grundwasserstand liegen, damit trotz systembedingter Unschärfen ein ständiger Einstau von Filterrohr und Filterschüttung gewährleistet ist. Als Ergebnis der Grundwassermodellrechnung werden die zukünftig erforderlichen Einstauhöhen für mittlere Grundwasserstände vorgegeben. Hierauf basierend sind die tiefsten zu erwartenden Grundwasserstände anhand von Grundwasserstandsbeobachtungsdaten umliegender Messstellen abzuschätzen und hinsichtlich der Tiefenlage des Filterrohres zu berücksichtigen.

5.7 Verbau und temporäre Wasserhaltung

Für die Herstellung einer horizontalen Fassungsanlage ist i.d.R. ein verbauter Arbeitsraum (Graben) erforderlich. Hierfür kommen nach DIN 4124 ein waagerechter oder senkrechter Normverbau, großflächige Verbauplatten sowie Spund- und Trägerbohlwände zur Anwendung.

Je nach Lage der Grabensohle relativ zum Grundwasserstand, kann eine temporäre Wasserhaltung erforderlich werden. Hierfür kommt für die zu entwässernden Bodenschichten bei k_f -Werten von ca. 5×10^{-6} m/s bis 1×10^{-2} m/s eine Schwerkraftentwässerung über Brunnen oder bei k_f -Werten von $< 5 \times 10^{-6}$ m/s eine Vakuumentwässerung in Betracht. Für eine lineare Absenkung sind i.d.R. mehrere Fassungselemente erforderlich. Durch die Überlagerung der einzelnen Absenkungstrichter summieren sich die einzelnen Absenkungsbeträge. Damit kann jeder Absenkungsbereich nach Ausdehnung und Tiefe grundwasserfrei gehalten werden. Vakuumburgen werden häufig in der Form von in Reihe angeordneten Spülfilterlanzen (Abstand 1 – 1,5 m) mit Förderhöhen von maximal 6 m ausgeführt. Bei größeren Tiefen ist eine Staffelung erforderlich.

Es ist zu beachten, dass i.d.R. auch für die temporäre Bauwasserhaltung eine wasserrechtliche Erlaubnis (Kap. 3.2) erforderlich ist.

5.8 Einbau

Der Einbau des Ersatzsystems erfolgt i.d.R. in offener Bauweise gemeinsam mit Kanalbaumaßnahmen. Die Herstellung des Leitungsgrabens und der Bettung sowie der Einbau, die Verfüllung, die Verdichtung und das Entfernen des Verbaus sind dementsprechend unter Beachtung der einschlägigen Normen und Vorschriften, insbesondere von DIN EN 1610 und DWA-A 139 auszuführen.

Der Einbau der Filterschüttung sollte – wenn möglich - abschnittsweise bei bereits im unteren Bereich gezogenem Vertikalverbau oder rückgebautem Horizontalverbau erfolgen. Der Rückbau des Verbaus sollte dann im Wechsel mit der Verfüllung vorgenommen werden. Die freie Höhe des ungesicherten Bereiches darf dabei maximal 0,5 m betragen. Die Filterschüttung und/oder ein Geotextil können somit direkt gegen den anstehenden Boden eingebaut werden. Das nachträgliche Ziehen des Verbaus kann zu einer Materialverlagerung in den entstehenden Bodenspalt führen und die Filterschüttung und/oder das Geotextil beschädigen.

Hinsichtlich des Einbaus einer zweifachen Filterschüttung wird empfohlen, im unteren Bereich (bis zur Oberkante der Sickerschicht) die beiden Korngruppen unter Verwendung einer Einbauhilfe getrennt voneinander zu schütten. Die Verwendung einer Einbauhilfe zum Einbau der Filterschüttung ist in Abb. 5.9 beispielhaft dargestellt.

Die Bettungsschicht, die Filterschüttung und die Grabenverfüllung sind gemäß den Anforderungen der DIN EN 1610 sowie der DWA-A 139 sorgfältig zu verdichten. Hinsichtlich der Verdichtung ist jedoch darauf zu achten, dass sowohl die hydraulischen und mechanischen Eigenschaften der Filterschüttung in ausreichendem Maße

erhalten bleiben als auch die Rohre nicht beschädigt werden. Im Bereich der Filterrohre und der Filterschüttung darf die Verdichtung nur bei ausreichenden Schichtdicken durchgeführt werden. Ggf darf in diesen Bereichen nur mit leichten Verdichtungsgeräten oder von Hand gearbeitet werden.



Abb. 5.9: Beispiel einer Einbauhilfe zum Einbau der zweifachen Filterschüttung

Beim Einbau des Ersatzsystems ist generell sicherzustellen, dass ein Eindringen des anstehenden Bodens in die Leitungszone oder die Verlagerung von Material aus der Leitungszone in den anstehenden Boden hinein nicht erfolgen kann.

Das Gefälle der Drän- und Transportleitungen hängt im Wesentlichen von der abzuleitenden Wassermenge und dem gewählten Rohrdurchmesser ab. Ein Mindestgefälle von 2 ‰ sollte bei Verlegung im offenen Graben eingehalten werden. Bei einem eingestauten System hat das Rohrgefälle zwar keinen Einfluss auf das Ableitungsvermögen, ermöglicht jedoch eine Entleerung des Systems im Rahmen der Wartung.

Bei der Rohrverlegung sind keine besonderen Maßnahmen gegen Wurzeleinwuchs zu treffen. Wurzeln suchen Porenraum und versuchen den Grundwasserhorizont zu erreichen, um aus diesem ihren Wasserbedarf zu decken. Damit wird das Wurzelwachstum größtenteils im Bereich der Filterschüttung beendet sein, da dort genügend Wasser zur Verfügung steht. Um vorbeugend Problemen mit möglichem Wurzeleinwuchs aus dem Wege zu gehen, sollte bei der Planung bereits auf einen möglichst großen Abstand zu vorhandenen oder geplanten Bäumen geachtet werden. Bei Überquerung von Freiflächen ist die Trasse in einer Breite von 5 m möglichst vom Baumbewuchs freizuhalten.

Ist ausnahmsweise eine Verlegung des Ersatzsystems in geschlossener Bauweise erforderlich, sind die Toleranzbereiche des Verfahrens und damit ggf. verbundene betriebliche Aspekte zu beachten.

5.9 Qualitätssicherung

Die Standzeit der Ersatzsysteme hängt in einem starken Maße von der Qualität der baulichen Umsetzung ab. Besonderes Augenmerk ist dabei auf den Einbau der Filterrohre und der Filterschüttungen zu legen. Vor dem Einbau ist von der Bauüberwachung zu überprüfen und zu dokumentieren, ob die angelieferten Materialien den vorgesehenen Anforderungen entsprechen. Bei den Bauarbeiten ist insbesondere der fachgerechte Einbau von Sicker- und Filterschicht von hoher Bedeutung. Die Bauarbeiten sind von entsprechendem Fachpersonal intensiv zu begleiten und zu dokumentieren.

Hinsichtlich Transport und Lagern der Rohrleitungen ist ein Abwerfen, Fallenlassen sowie hartes Aneinanderschlagen zu vermeiden. Darüber hinaus sind die Rohre zur Vermeidung von Verformungen grundsätzlich auf ebenen, ausreichend festen Untergrund zu lagern. Lange Lagerzeiten der Rohre und Formteile im Freien sind dabei zu vermeiden, um unerwünschten Einwirkungen auf die Materialeigenschaften durch UV-Strahlung vorzubeugen. Bei extremer Hitze im Sommer sollten die Rohre durch Lagerung im Schatten oder Abdecken der Rohre mit heller, lichtundurchlässiger Plane vor zu starkem Aufheizen geschützt werden. Zur Vorbeugung von Vermischungen mit umliegenden Materialien sind die Schüttgüter in dafür vorgesehenen „Big Bags“ oder Containern zwischenzulagern.

6 Hinweise für den Betrieb

6.1 Inspektion

Grundsätzlich sollte – entgegen der Vorgehensweise bei Abwasserkanälen – vor der Inspektion keine Reinigung des Fassungs-systems vorgenommen werden. So kann im Rahmen der Untersuchung der derzeitige, unbeeinflusste Betriebszustand des Systems insbesondere die Ablagerungen in den horizontalen Fassungsanlagen, ermittelt werden. Ggf. sind nach der Inspektion eine Reinigung und anschließend eine erneute Inspektion zur Ermittlung des Reinigungserfolges durchzuführen. Die Vorgehensweise wird sich in Abhängigkeit der Randbedingungen ggf. unterschiedlich darstellen und muss im Rahmen der Betriebserfahrungen angepasst werden. Die Kamerabefahrung muss immer entgegen der Strömungsrichtung erfolgen, damit aufgewirbelte Partikel das Kamerabild nicht beeinträchtigen. Ggf. muss die zweite Befahrung (Erfolgskontrolle) zeitversetzt geplant werden, da direkt nach der Reinigung das Wasser getrübt ist und dies zu einer eingeschränkten Sicht führen kann.

Bisher liegen wenige Erfahrungen über das Betriebsverhalten von eingestaut betriebenen horizontalen Fassungs-systemen vor. Zudem haben die individuellen örtlichen Verhältnisse einen maßgeblichen Einfluss auf das Betriebsverhalten. Nach

Inbetriebnahme sollen daher zunächst mindestens eine jährliche Kamerauntersuchung der horizontalen Fassungs- und Ableitungssysteme sowie vierteljährliche Prüfungen der Rohrstützen und Rückschlagklappen erfolgen. In Abhängigkeit der Ergebnisse kann der Abstand der Inspektionen und Prüfungen verlängert oder verkürzt werden. Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse ist eine Betriebsanweisung für jede Grundwasserfassungsanlage zu erstellen. In dieser sind evtl. Auflagen aus der wasserrechtlichen Erlaubnis zu beachten. Ggf. erforderliche Reinigungs- bzw. Regenerierungsarbeiten sind auf Grundlage der Betriebsanweisung durchzuführen.

6.2 Reinigung

Die Reinigung der horizontalen Fassungs- und Ableitungssysteme erfolgt i.d.R. mittels Niederdruckspülverfahren. Der Spüldruck ist dabei so zu wählen, dass weder das Filterrohr noch die Filterschüttung beschädigt werden. Bei sachgerechter Anwendung ist die Beanspruchung des Ausbaumaterials gering. Mit dem Niederdruckspülverfahren lassen sich nur gering verfestigte Ablagerungen entfernen.

6.3 Regenerierung von Filterstrecken

Für die Beseitigung verfestigter Ablagerungen ist der Einsatz von Regenerationsverfahren erforderlich. Die Wahl des einzusetzenden Verfahrens richtet sich nach den Ablagerungen sowie nach dem vorhandenen Rohrmaterial. Eine detaillierte Auflistung der zur Regenerierung zur Verfügung stehenden Verfahren kann dem Merkblatt DVGW W 130 entnommen werden.

Stehen keine geeigneten mechanischen oder hydromechanischen Regenerierverfahren zur Verfügung, können ggf. chemische Regenerierverfahren zum Einsatz kommen. Hierbei erfolgt die gezielte Zugabe von lösenden Flüssigkeiten in definierten Teilbereichen der horizontalen Fassungsanlage zur Rücklösung von Verockerungen und/oder Versinterungen (Filterwäsche). Die Rücklösung kann dabei in den Rohren der horizontalen Fassungsanlage sowie mit begrenzter Reichweite auch in der Filterschüttung wirksam sein. Der Einsatz und der Verbleib des eingesetzten chemischen Lösungsmittels sind mit den Aufsichtsbehörden vor der Anwendung abzustimmen.

Grundsätzlich ist bei einer chemischen Regenerierung vorher eine Reinigung durchzuführen. Durch das Aufbrechen der Inkrustationen erhöht sich die reaktive Oberfläche. Das „Lösungsmittel“ kann tiefer in die vorgereinigten Porenräume eindringen und wirksam reagieren.

Die Regenerverfahren stellen eine temporäre Wiederertüchtigung der horizontalen Grundwasserfassungsanlagen dar.

6.4 Überwachung

Parallel zur Inspektion der Dränage- und Transportleitungen sind ein Monitoring der Grundwasserstände im Umfeld der horizontalen Grundwasserfassungsanlagen und eine Messung des gefassten Wasserabflusses vorzunehmen. Für die betriebliche Steuerung der Anlagen müssen aktuelle Aufzeichnungen der umliegenden Grundwasserstände herangezogen werden. Die Emschergenossenschaft plant und betreibt das Grundwassermonitoring-Messnetz und stellt ihren Mitgliedern die Daten der beobachteten Grundwassermessstellen in einem Onlineportal (z.B. BIS-GW) zur Verfügung.

Aufgrund der Ergebnisse aus dem Grundwassermonitoring können frühzeitig Erkenntnisse über Zustandsveränderungen an den horizontalen Grundwasserfassungsanlagen gewonnen und ggf. erforderliche Wartungs- und Reinigungsarbeiten eingeleitet werden.

Die Überwachung der Entnahmemengen der horizontalen Grundwasserfassungsanlagen kann über magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte (MID) oder durch geeignete mechanische Durchflussmessgeräte erfolgen.

Eine zielorientierte Unterhaltung kann einen erheblichen Beitrag zu einem langjährigen und störungsfreien Betrieb der horizontalen Grundwasserfassungsanlagen leisten.

7 Literatur

- ATV-DVWK-A 127 (2000): Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen, 3. Korrigierte Auflage, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- BAW MAK (2013): Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen (MAK), Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe
- BAW MMB (2013): Merkblatt Materialtransport im Boden (MMB), Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe
- BAW MSD (2011): Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MDS), Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe
- DIN 1185-1 (2015): Dränung - Regelung des Bodenwasser-Haushaltes durch Rohrdränung und Unterbodenmelioration – Teil 1: Allgemeine Grundlagen, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 1185-2 (2015): Dränung - Regelung des Bodenwasser-Haushaltes durch Rohrdränung und Unterbodenmelioration – Teil 2: Planung und Bemessung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 1185-3 (2015): Dränung - Regelung des Bodenwasser-Haushaltes durch Rohrdränung und Unterbodenmelioration – Teil 3: Ausführung und Dokumentation, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 4095 (1990): Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen - Planung, Bemessung und Ausführung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 4124 (2012): Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 4266-1 (2011): Sickerrohre für Deponien – Teil 1: Sickerrohre aus PE und PP, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 4266-3 (2015): Sickerrohre für Deponien – Teil 3: Sickerrohre und Formstücke aus Beton und deren Verbindungen, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 4924 (2014): Sande und Kiese für den Brunnenbau – Anforderungen und Prüfverfahren, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 18123 (2011): Baugrund, Untersuchungen von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin

- DIN 18196 (2011): Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 19667 (2015): Dränung von Deponien – Planung, Bauausführung und Betrieb, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 19712-01 (2013): Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN 51001 (2003): Prüfung oxidischer Roh- und Werkstoffe – Allgemeine Arbeitsgrundlagen zur Röntgenfluoreszenz-Analyse (RFA), DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN EN 1610 (2015): Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN EN 1610 Berichtigung 1 (2016): Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015, Berichtigung zu DIN EN 1610:2015-12, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DIN EN 12902 (2005): Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Anorganische Filterhilfs- und Filtermaterialien – Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 1209:2004, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- DVGW W 118 (2005): Bemessung von Vertikalfilterbrunnen, Technische Regel, Arbeitsblatt W 118, DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn
- DVGW W 123 (2001): Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen, Technische Mitteilung, Arbeitsblatt W 123, DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn
- DVGW W 128 (2008): Bau und Ausbau von Horizontalfilterbrunnen, Technische Regel, Arbeitsblatt W 128, DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn
- DVGW W 130 (2007): Brunnenregenerierung, Technische Regel, Arbeitsblatt W 130, DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn
- DWA-A 139 (2009): Einbau- und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- DWA-M 507-1 (2011): Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef

DVWK-M 221 (1992): Anwendung von Geotextilien im Wasserbau, Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Bonn

Emschergenossenschaft/Lippeverband (2011): Technische Regelungen TR 0038 (STA) - Schachtbauwerke, Essen

Emschergenossenschaft (2013): Hydraulische Ersatzsysteme zur Regulierung des Grundwasserstandes im Emschergebiet – Arbeitshilfe für Planung, Bau und Betrieb, Essen

MKULNV NRW (2011): Sachstandsbericht. Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Grundwasserbewirtschaftung im Emschergebiet“, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

ZTV Ew-Stb 14 (2014): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau, Köln, FGSV-Verlag