



Arbeitshilfe zur integrierten Grund- und Regenwasserbewirtschaftung im Emschergebiet



Impressum

Herausgeber

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

Verantwortlich

Dr. Viktor Mertsch

Schwannstraße 3

40476 Düsseldorf

Tel.: (02-11) 45-66-0

Fax: (02-11) 45-66-3-88

E-Mail: poststelle@munlv.nrw.de

und

EMSCHERGENOSSENSCHAFT

Verantwortlich:

Michael Getta

Wolfgang Koenig

Kronprinzenstraße 24

45128 Essen

Tel.: (02-01) 1 04-0

Fax: (02-01) 1 04-22 77

E-Mail: emscher@eglv.de

Gestaltung

EMSCHERGENOSSENSCHAFT

Medienzentrale; Jannis Reichard

Kronprinzenstraße 24

45128 Essen

Fotos

EMSCHERGENOSSENSCHAFT

Herstellung

Schröers-Druck, Essen



Gedruckt auf 100% Recyclingpapier
mit Umweltzeichen



Arbeitshilfe zur integrierten Grund- und Regenwasserbewirtschaftung im Emschergebiet

Verantwortliche

Diese Arbeitshilfe wurde von der Emschergenossenschaft und den beteiligten Fachbüros erstellt. Ein Lenkungskreis aus Vertretern von Ministerium, Bezirksregierung, Wasserbehörden und Städten hat die Bearbeitung kritisch und intensiv begleitet.

Dr. Viktor Mertsch	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW
Dr. Wolfgang Leuchs	Landesumweltamt NRW
Dr. Barbara Mies	Landesumweltamt NRW
Dipl.-Ing. Gerd Böttcher	Bezirksregierung Arnsberg
Dr. Harald Ledoux	Staatliches Umweltamt Hagen
Dipl.-Ing. Walter Rauthenberg	Staatliches Umweltamt Hagen
Dipl.-Ing. Ulf Treseler	Staatliches Umweltamt Herten
Dipl.-Geol. Josef Küper	Stadt Herne
Dr. Martina Antes	Stadt Gelsenkirchen
Dipl.-Geol. Martin Kieron	Stadt Bochum
Dipl.-Ing. Wolfgang Koenig	Emschergenossenschaft
Dipl.-Geol. Michael Getta	Emschergenossenschaft
Dr. Detlef Düputell	Emschergenossenschaft
Dipl.-Ing. Jochen Wolff	Emschergenossenschaft
Dr. Michael Denneborg	ahu AG Wasser Boden Geomatik, Aachen
Dr. Harald Wegner	F. Fischer Ingenieurbüro GmbH, Erfstadt
Dipl.-Geol. Max Wiederspahn	Emscher Gesellschaft für Wassertechnik mbH, Essen

Die Emschergenossenschaft war als Projektträgerin verantwortlich für die Leitung und fachliche Steuerung des Projekts. Unter Beteiligung der zuständigen Behörden wurde insbesondere auf die Übertragbarkeit auf das ganze Emschergebiet besonderes Gewicht gelegt. Beteiligt an diesem Kreis waren, je nach Fragestellung weitere Fachleute der einzelnen Institutionen.

Inhaltsverzeichnis

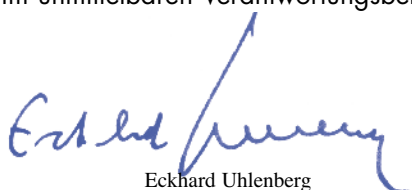
	Vorwort	5
1	Ausgangssituation	7
1.1	Einleitung	8
1.2	Ziele und Aufgabenstellungen	10
1.3	Heutige und künftige Entwässerung des Emschergebietes	11
2	Abschätzung der chemischen Qualität der zukünftigen Oberflächengewässer	13
2.1	Schritt 1: Hydrogeologische Systemanalyse	16
2.2	Schritt 2: Aufbau von Grundwasserströmungsmodellen	18
2.3	Schritt 3: Abgrenzung von Teileinzugsgebieten und Grundwasserbilanz	20
2.4	Schritt 4: Auswertung der Gewässerabflüsse als hydrologischer Längsschnitt	22
2.5	Abschätzung der zukünftigen chemischen Wasserqualität in Oberflächengewässern (Schritte 5 bis 10)	24
2.5.1	Schritt 5: Zuordnung von Transportwegen zu Grundwasserverunreinigungen	25
2.5.2	Schritt 6: Auswahl relevanter Stoffe und Stoffgruppen	28
2.5.3	Schritt 7: Räumliche Verteilung der Stoffkonzentrationen und Vergleich mit Gewässerzielwerten	29
2.5.4	Schritt 8: Abschätzung der Grundwasserqualität in Teileinzugsgebieten	33
2.5.5	Schritt 9: Ermittlung der Frachten aus Teileinzugsgebieten und Mischungsrechnung	38
2.5.6	Schritt 10: Gesamtbilanz	42
3	Lösungsbeispiele zur integrierten Grund- und Regenwasserbewirtschaftung	45
3.1	Identifizierung von Konfliktbereichen bei Grundwasseranstieg	46
3.2	Besonderheiten der Poldergebiete: Grundwasserbewirtschaftung	48
3.3	Besonderheiten der Poldergebiete: Regenwasserbewirtschaftung	49
3.4	Maßnahmenbeispiele: Systematisierung der Grundwasserstandsregulierungsmaßnahmen	50
3.5	Katalog möglicher Maßnahmen zur Grundwasserbewirtschaftung	52
3.6	Grundwasserfassung im Bestand über Drainage, Graben, Gewässer (Problemstellung 1)	58
3.7	Grundwasserfassung im Bestand über undichte Mischwasserkanalisation (Problemstellung 2)	59
3.8	Grundwasserfassung im Bestand über undichte Trennkanalisation (Problemstellung 3)	61
3.9	Grundwasserfassung im Bestand über Hausdränagen (Problemstellung 4)	62
3.10	Maßnahmenauswahl	64
3.11	Anwendung ausgewählter Maßnahmen auf ein Beispielgebiet	65
4	Zusammenfassung	69
5	Anhang	71
	Literaturverzeichnis	72
	Abbildungsverzeichnis	74
	Tabellenverzeichnis	75



Vorwort

Die ökologische Verbesserung der ehemaligen Schmutzwasserläufe im Emschergebiet ist eine zentrale Aufgabe der Emscherogenossenschaft und erfordert neue Lösungsansätze für eine Reihe von gebietspezifischen wasserwirtschaftlichen Problemstellungen, die mit dem Abfluss und der chemischen Gewässerqualität im Emschergebiet zusammenhängen. Eng hiermit verknüpft sind die Aufgaben der Grund- und Regenwasserbewirtschaftung, für die durch die Trennung von Rein- und Schmutzwasser im Rahmen der Umgestaltung des Emschersystems neue Fragen aufgeworfen werden. In einer Grundsatzerklärung haben sich das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (MUNLV) und Emscherogenossenschaft (EG) zur gemeinsamen Bearbeitung der Fragestellungen verabredet, die im Zusammenhang mit der Grundwasserbewirtschaftung anstehen. Der regionale Konsens zur nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung wurde mit 17 Emscherstädten, dem MUNLV und der EG in der Zukunftsvereinbarung niedergelegt, in dessen Folge 15% des Regenwasserabflusses von der Mischkanalisation abgekoppelt werden.

Mit Förderung des Landes NRW wurde das Modellprojekt "Strategisches Handlungskonzept Hüller Bach" (SHK) als eine gemeinsame Initiative der EG, der Stadt Herne und des MUNLV zur integrierten Entwässerungsplanung für das Einzugsgebiet des Hüller Bachs durchgeführt. Anlass für das Pilotprojekt waren insbesondere wasserwirtschaftliche und städtebauliche Planungen im Stadtgebiet von Herne. Im Einzugsgebiet des Hüller Baches, das durch eine hohe Besiedlungsdichte und einen hohen Anteil von Polderflächen gekennzeichnet und darüber hinaus industriell sowie bergbaulich geprägt ist, treten viele für die Emscherregion typische Probleme der Wasserwirtschaft auf. Nicht alle diese Probleme liegen im unmittelbaren Verantwortungsbereich



Eckhard Uhlenberg

Minister für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz NRW

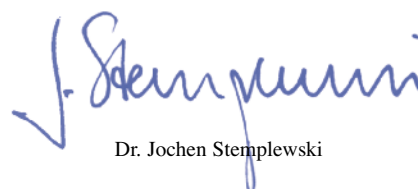


der Emscherogenossenschaft. Viele können aber im Zusammenhang mit dem Emscherumbau durch die Emscherogenossenschaft in ihrer Tragweite eingeschätzt und für die maßgeblichen Akteure leichter prüfbar gemacht werden.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie gibt eine ganzheitliche Betrachtung von Oberflächengewässern und Grundwasser vor. Ziel der Bewirtschaftung der Gewässer, ist die Erreichung des guten Zustands des Grundwassers und der Oberflächengewässer. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Einzugsgebiet der Emscher zeigen, dass das Grundwasser flächendeckend industriell geprägt ist. Die intensive anthropogene, insbesondere industrielle Nutzung in Verbindung mit dichter Besiedlung, Altlasten/-verdachtsflächen und Altstandorten sind hierfür maßgeblich.

Die Erarbeitung von Maßnahmenkonzepten und die Planung konkreter Maßnahmen erfordern eine belastbare und transparente Ermittlung und Beschreibung der Wirkungszusammenhänge zwischen Nutzungen, Wassermenge und -qualität. Im Einzelfall sind die ökologischen Ansprüche sowie die sozio-ökonomischen Ansprüche und Nutzungskonflikte transparent darzustellen und nach Abwägung die konkret zu realisierenden Ziele festzulegen. Die vorliegende Arbeitshilfe bietet in diesem Zusammenhang für Maßnahmen zur Regulierung, zum Einleiten und ggf. Behandeln von Grundwasser wertvolle Hinweise.

November 2006



Dr. Jochen Stemplewski

Vorstandsvorsitzender Emscherogenossenschaft





1. Ausgangssituation

1.1 Einleitung

Das vorliegende Heft ist eine Arbeitshilfe zur integrierten Bewirtschaftung von Grund- und Regenwasser insbesondere in Poldergebieten. Die Arbeitshilfe basiert auf den wesentlichen Ergebnissen des Strategischen Handlungskonzeptes Hüller Bach. Zu diesem Projekt liegt ein gesonderter Abschlussbericht vor. Die Arbeitshilfe stellt praxisorientierte Vorgehensweisen und Methoden vor, die bereits im Rahmen der Vorplanung eine erste Einschätzung der zukünftigen Niedrigwasserführung und der zu erwartenden chemisch-physikalischen Wasserqualität in den Bächen ermöglichen. Die Verifikation der Prognosen soll durch ein begleitendes Monitoring erfolgen. Auf der Grundlage der Ergebnisse soll die Arbeitshilfe weiterentwickelt werden. Darüber hinaus werden in der Arbeitshilfe Methoden zur Bewirtschaftung von Grund- und Regenwasser und ein Maßnahmenkatalog vorgestellt, der verschiedene technische Bausteine für Drainage- und Versickerungslösungen enthält. Hierdurch soll keine tiefgehende wasserwirtschaftliche Planung ersetzt werden, sondern es sollen frühestmöglich die kritischen Bereiche identifiziert werden, die das Erreichen der geplanten Umgestaltungsziele gefährden und entsprechende Maßnahmenbetrachtungen erfordern.

Nach Darstellung von Zielen und der Aufgabenstellung sowie der Beschreibung der Entwässerung des Emschersystems wird in Kap. 2 beschrieben, wie die chemische Gewässergüte als Ergebnis des oft belasteten Grundwasserabflusses prognostiziert werden kann. In Kap. 3 werden Lösungen zur integrierten Grund- und Regenwasserbewirtschaftung vorgestellt. Die Identifizierung von Konfliktbereichen, die Darstellung von technischen Randbedingungen und Maßnahmen sowie Beispiele werden dargestellt.

Die in der Arbeitshilfe vorgestellte Vorgehensweise ist grundsätzlich auf alle Projekte zur Gewässerumgestaltung sowie zur Grund- und Regenwasserbewirtschaftung im Emschergebiet anwendbar und mit entsprechenden Anpassungen in andere urbane Ballungsräume übertragbar. Die Methodik zur Abschätzung der zukünftigen Wasserqualität wäre dann an die jeweiligen hydrogeologischen Verhältnisse (z.B. Transportwege) und die Belastungssituation (Stoffauswahl) des Standortes außerhalb des Emschergebietes anzupassen. Die vorgestellten Maßnahmenbausteine (s. Kap. 3.5) müssen grundsätzlich im Rahmen einer Entwurfs- und Ausführungsplanung an die jeweiligen lokalen Verhältnisse angepasst werden.

Das vorgenannte Modellprojekt im Hüller Bach Gebiet (SHK) hat die folgenden Kernergebnisse erbracht, die zur Grundlage der vorliegenden Arbeitshilfe geworden sind:

- Grundwassereinleitungen sollen vom Abwasserkanal getrennt werden.
- Der zukünftige Niedrigwasserabfluss in den Nebenläufen und damit auch in der Emscher soll durch die Trennung von Grundwassereinleitungen vom Abwassersystem gestärkt werden. Die Speisung der Bäche mit Grundwasser ist ein richtiger Schritt zur Entwicklung des guten Zustandes.
- Die Dränagewirkung undichter Abwasserkanäle der Städte muss durch Ersatzsysteme erhalten werden. Gemeinsame Bewirtschaftungssysteme für Grund- und Regenwasser haben dabei hohe Synergieeffekte (z.B. DVS, s. Kap. 3.7).
- Die chemisch-physikalische Wasserqualität in den umgestalteten Nebenläufen wird durch die Beschaffenheit des zufließenden Grundwassers geprägt. Die Beschaffenheit des Grundwassers im Emschergebiet ist stark anthropogen beeinflusst, aber besser als aufgrund der Vielzahl von punktförmigen Belastungen zu erwarten wäre. Trotz vieler Schadstoffquellen liegen für viele Qualitätsparameter die Konzentrationen im Grundwasser unter den aktuellen Gewässerzielwerten. Nur für Sulfat (ubiquitär) und PAK (zonal) gibt es großräumige Grundwasserbelastungen.
- Erhöhte Belastungen durch Sulfat und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), die mit dem Grundwasser natürlich zufließen, müssen auf die Zielwerte zurückgeführt werden. Ein begleitendes Monitoring ist angezeigt, um die Entwicklung der chemischen Wasserqualität in den Bächen zu erfassen.
- Ein Grundwasserschaden führt nicht automatisch zu einer signifikanten chemisch-physikalischen Belastung des betreffenden Oberflächengewässers! Belastungen aus dem Grundwasser-Hintergrund und aus Regenentlastungen sind jedoch langfristig in den Bächen zu erwarten. In der Folge kann es unter Berücksichtigung des jeweiligen Gewässertyps zur Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften kommen. Maßgeblich kommt es darauf an, die auf die zukünftigen Wasserkörper bezogenen Bewirtschaftungsziele einzuhalten.
- Grundwässer, die in ihrer Beschaffenheit den Bewirtschaftungszielen entsprechen (z.B. Beschaffenheit \leq Hintergrundwerte) sollen den Bächen zufließen und eingeleitet werden. Auch die Einleitung in Regenwasserkanäle sollte zulässig sein.
- Grundwässer, die das Abwassersystem nach der Umgestaltung mit großen Frachten gefährlicher Stoffe belasten, erfordern eine Behandlung. Der realistische erzielbare Reinigungsgrad gibt den Ausschlag über die Einleitung in den Bach oder den Abwasserkanal.
- Grundwässer mit kleinen Teilfrachten an gefährlichen Stoffen können auch zukünftig auf der Kläranlage behandelt werden. Sie unterliegen einer Einzelfallentscheidung für die Einleitung ins Abwassersystem. Voraussetzung ist, dass die Stoffe in der Kläranlage zurückgehalten werden und die abgeschlagenen Frachten im Bach tolerierbar sind.
- Die Gesamtfrachten an gefährlichen Stoffen aus dem Grundwasser im heutigen Mischsystem sind in ihrer Größenordnung durch wenige punktuelle Einleitungen bestimmt. Nur Veränderungen an den großen Quellen haben einen signifikanten Einfluss auf die zukünftige chemische Gewässerqualität.

Alle vorgenannten Untersuchungen und Maßnahmen unterliegen dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit und müssen einer Prüfung unter Kosten-Nutzen-Aspekten standhalten (s. auch Kap. 3.4 u. 3.10).

Die technische Behandlung von Problemsituationen und Maßnahmenansätzen in dieser Arbeitshilfe ist in keinem Fall mit Aussagen oder Festlegungen zur Kostenverantwortung für erforderliche oder empfohlene Maßnahmen verbunden. Zwar ist die Rollenverteilung unter den verschiedenen Akteuren in vielen Punkten vorgeprägt, in anderen wird sie in Zukunft noch zu vereinbaren sein.

1.2 Ziele und Aufgabenstellungen

Für die Fließgewässer im Emschergebiet gilt wie an allen anderen Gewässern die generelle Zielsetzung der Erreichung des guten ökologischen Zustandes bzw. des guten ökologischen Potenzials bei den erheblich veränderten Oberflächenwasserkörpern. In der Regel wird das aufgrund der vielfachen Vorbelastungen im Emschergebiet erst langfristig erreichbar sein. Gegen eine schnelle Zielerfüllung sprechen insbesondere die diffusen Einflüsse des hochverdichteten Siedlungsraumes und die große Zahl von Belastungsquellen als Hinterlassenschaften der Industriegeschichte. Gleichwohl ist es Ziel, unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit des Mitteleinsatzes den bestmöglichen Zustand zu erreichen.

Ziele des Projektes „Strategisches Handlungskonzept Hüller Bach“ waren:

- vor dem Hintergrund der Gesetze und technischer Regelwerke am Beispiel des Hüller Bach Gebietes, eine Methodik zur Bewertung der Risiken für die Oberflächengewässer durch Grundwasserbelastungen zu entwickeln
- und planerische Lösungskonzepte zur Grund- und Regenwasserbewirtschaftung mit dem lokalen Schwerpunkt im Polder Wanne-Nord zu erarbeiten, deren Übertragbarkeit auf andere Gebiete möglich ist.

Mit dem Projekt sollten modellhaft an diesem repräsentativen Gebiet grundlegende wasserwirtschaftliche Fragen beantwortet und konkrete Handlungsansätze gefunden werden, insbesondere über

- die derzeitigen Strömungsverhältnisse und die chemische Qualität des Grundwassers,
- die Auswirkungen künftiger Abdichtung von Kanälen und Anhebung und/oder Abdichtung von Gewässersohlen,
- die zukünftige Regenwasserbewirtschaftung in Poldergebieten,
- die Entwässerung von Gebieten mit Altlasten und ihre Auswirkungen auf die Flächenentwicklung und Stadtplanung.

Für das Projekt wurden die hydraulischen und chemischen Einflüsse auf das Grundwasser und die Oberflächengewässer erhoben, beschrieben und bewertet. In Abhängigkeit von potenziellen Konfliktbereichen (Altlasten), von Nutzungen und von der Grundwasserqualität werden für ausgewählte Fälle optimierte Entwässerungslösungen für das Grund- und Regenwasser vorgestellt.

Aufgabe der vorliegenden Arbeitshilfe ist es, die im Emschergebiet typischen Konflikte und Probleme wasserwirtschaftlicher Planungen darzustellen, Anforderungen an Planungsgrundlagen und Planungsmethoden zu formulieren und praxisnahe Konzepte sowie konkrete Maßnahmenvorschläge zur Grund- und Regenwasserbewirtschaftung aufzuzeigen. Die Arbeitshilfe soll als Wegweiser von der Problembeschreibung bis zur fachlich erforderlichen und wirtschaftlich tragbaren Problemlösung dienen. Über die Kostenverteilung künftiger Maßnahmen ist nach geltenden Regeln gesondert zu entscheiden. In der Arbeitshilfe wurde weitgehend darauf verzichtet, Berechnungen und Datengrundlagen zu dokumentieren. Alle Dokumentationen erfolgen im Abschlussbericht der Emschergenossenschaft (2004) für das SHK-Projekt.

1.3 Heutige und künftige Entwässerung des Emschergebietes

Mit der ökologischen Umgestaltung des Emschersystems sowie mit der laufenden Sanierung der Kanalsysteme wird sich sowohl die oberirdische als auch die unterirdische Entwässerungssituation im Einzugsgebiet entscheidend verändern. Dabei spielen die Verhältnisse in den durch Bergsenkung entstandenen Poldergebieten eine besondere Rolle. Aufgrund von Bergsenkungen sind ca. 40 % des Emschergebietes Poldergebiete, die über Pumpwerke entwässert werden müssen. Damit ist auch eine dauerhafte Regulierung der Grundwasseroberfläche verbunden. Ein großer Teil des Grundwassers fließt dabei bis auf weiteres über die Kanalisation zur Kläranlage, anstatt dem Bach zugeleitet zu werden. Zur Sicherstellung der Flächennutzungen in diesen Poldergebieten ist diese Entwässerung z. Zt. unverzichtbar.

Im Emschergebiet wird das anfallende Abwasser (Schmutzwasser, Regenwasser) zum überwiegenden Teil im Mischsystem abgeleitet. Über die kommunale Mischwasserkanalisation wird heute in großem Maße auch das Grundwasser abgeleitet. Es gelangt über Undichtigkeiten in der öffentlichen Kanalisation und in den privaten Hausanschlüssen sowie über grundwasseraufnehmende Dränagesysteme (Grundstücksdränagen, offene Gräben) und Einzelbauwerke (Dränagen, Entnahmebrunnen) in die Kanalisation. Mit der Entflechtung der Schmutz- und Reinwasserströme dieses Entwässerungssystems, die die Grundlage der ökologischen Umgestaltung des Emschersystems ist, soll künftig das Grundwasser von der Mischwasserkanalisation getrennt und den Fließgewässern zugeführt werden. Zum einen soll der zukünftige Niedrigwasserabfluss in den Fließgewässern des Emschergebiets erhöht werden, zum anderen belastet die Ableitung von Grundwasser in der Kanalisation die Regenwasserbehandlungsanlagen, Pumpwerke und Kläranlagen hydraulisch.

Die Grundwasserableitung über Abwasserkanäle ist vielerorts gängige Praxis, um z. B. die Bebauung vor Grundwasseranstieg zu schützen oder belastetes Grundwasser sicher zu entsorgen. Die Ableitung von Grundwasser in den Abwasserkanälen wird deshalb mangels einer anderen Vorflut bisher toleriert.

Ziel muss es sein, unbelastetes Grundwasser aus der Abwasserkanalisation fernzuhalten, indem es von der Kanalisation getrennt wird, sowie ein Aussickern von Abwasser zu verhindern. Denkbare Maßnahmen sind: die Abdichtung der Kanäle und Hausanschlüsse und die Abtrennung dränierender Elemente von der Abwasserkanalisation. Allerdings sind diese Maßnahmen auch mit Risiken verbunden. Folgen einer falschen Handhabung können weitreichende Gebäudeschäden, Nutzungseinschränkungen sowie Schadstoffmobilisierungen im Bereich von Altlasten sein. Für weite Bereiche des urbanen Einzugsgebietes – insbesondere in den Poldergebieten – werden zukünftig umstrukturierte oder sogar gänzlich neue Grundwasserbewirtschaftungsmaßnahmen erforderlich werden.

Im Zuge der Umgestaltung des Emschersystems wird auch die naturnahe dezentrale Regenwasserbewirtschaftung intensiviert. Sie dient in dem stark versiegelten Gebiet primär der Dämpfung von Hochwasserwellen in den Fließgewässern, der Erhöhung der Niedrigwasserabflüsse und der hydraulischen Entlastung der Kanalisation. Von den verschiedenen Methoden der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung zeigt die Regenwasserver-sickerung eine starke Wechselwirkung mit dem Grundwasser. Regenwasserver-sickerung kann, ebenso wie Kanalsanierungen, Grundwasseranstiege hervorrufen. Abb. 1 stellt Wechselwirkungen des Grundwassers mit den Bächen, der Kanalisation und der Regenwasserver-sickerung dar.

Beim Umbau des Systems wird aus ökologischen Gründen vielerorts angestrebt, die Sohlen der Fließgewässer anzuheben. Dies verfolgt das Ziel, die senkungsbedingten, tiefen Einschnitte und unnatürlichen Neigungsverhältnisse der technisch ausgebauten Fließgewässer zu beseitigen, um naturähnliche hydro-morphologische Verhältnisse und funktionierende Lebensräume zu entwickeln. Allerdings kann hierdurch die Vorfluterfunktion des Bachs für das Grundwasser erheblich beeinflusst werden, wenn der Wasserspiegel im Bach dauerhaft angehoben wird. Im Rahmen der Planung muss vermieden werden, dass Konflikte durch ansteigende Grundwasserstände entstehen.

Als Folge der Sanierung bzw. Abdichtung der Abwasserkanäle ist ohne Gegenmaßnahmen zu erwarten, dass der Grundwasserspiegel ansteigt und sich die Potenziale für eine dezentrale Regenwasserversickerung entsprechend verringern. Die erfolgreiche Umsetzung der angestrebten Abkopplungsmaßnahmen erfordert daher ein integriertes Konzept zur Bewirtschaftung, das die Auswirkungen der Kanalsanierungen einerseits und der Regenwasserversickerung andererseits berücksichtigt.

Aus qualitativer Sicht ist in Bereichen, in denen der Boden und ggf. das Grundwasser verunreinigt sind, zu klären, ob und unter welchen Randbedingungen die Bewirtschaftung erfolgen muss. Aus quantitativer Sicht sind insbesondere die Poldergebiete zu betrachten. Hier hat sich die Geländeoberfläche in Richtung der Grundwasser Oberfläche abgesenkt, so dass der Flurabstand bereichsweise sehr gering sein kann. Dass Regen- und Grundwasserbewirtschaftung insbesondere in Poldergebieten untrennbar miteinander verknüpft sind, erläutert Kapitel 3.

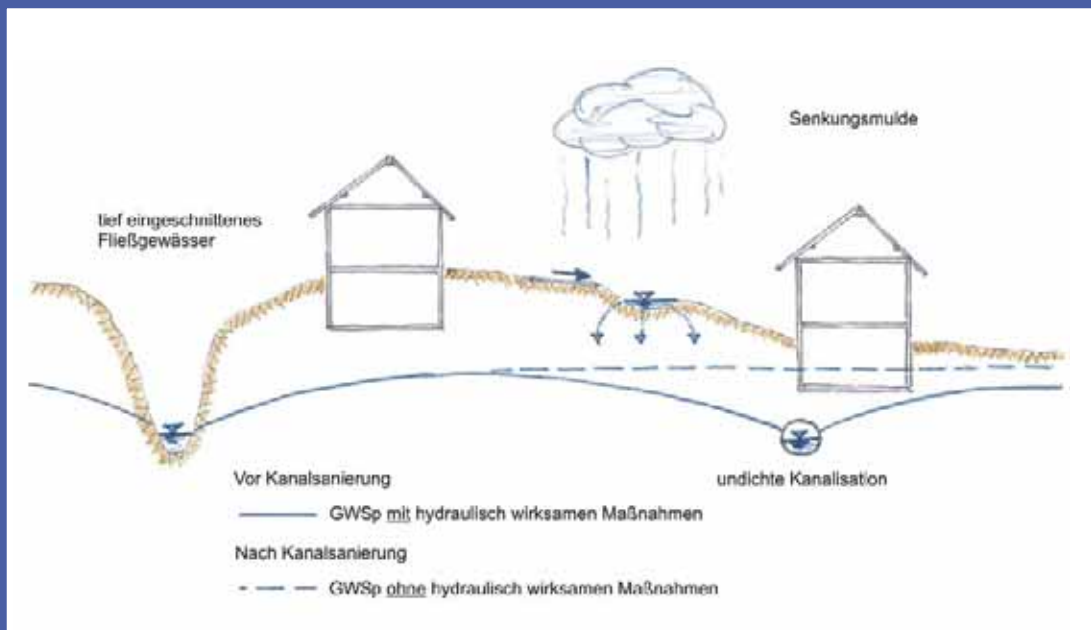
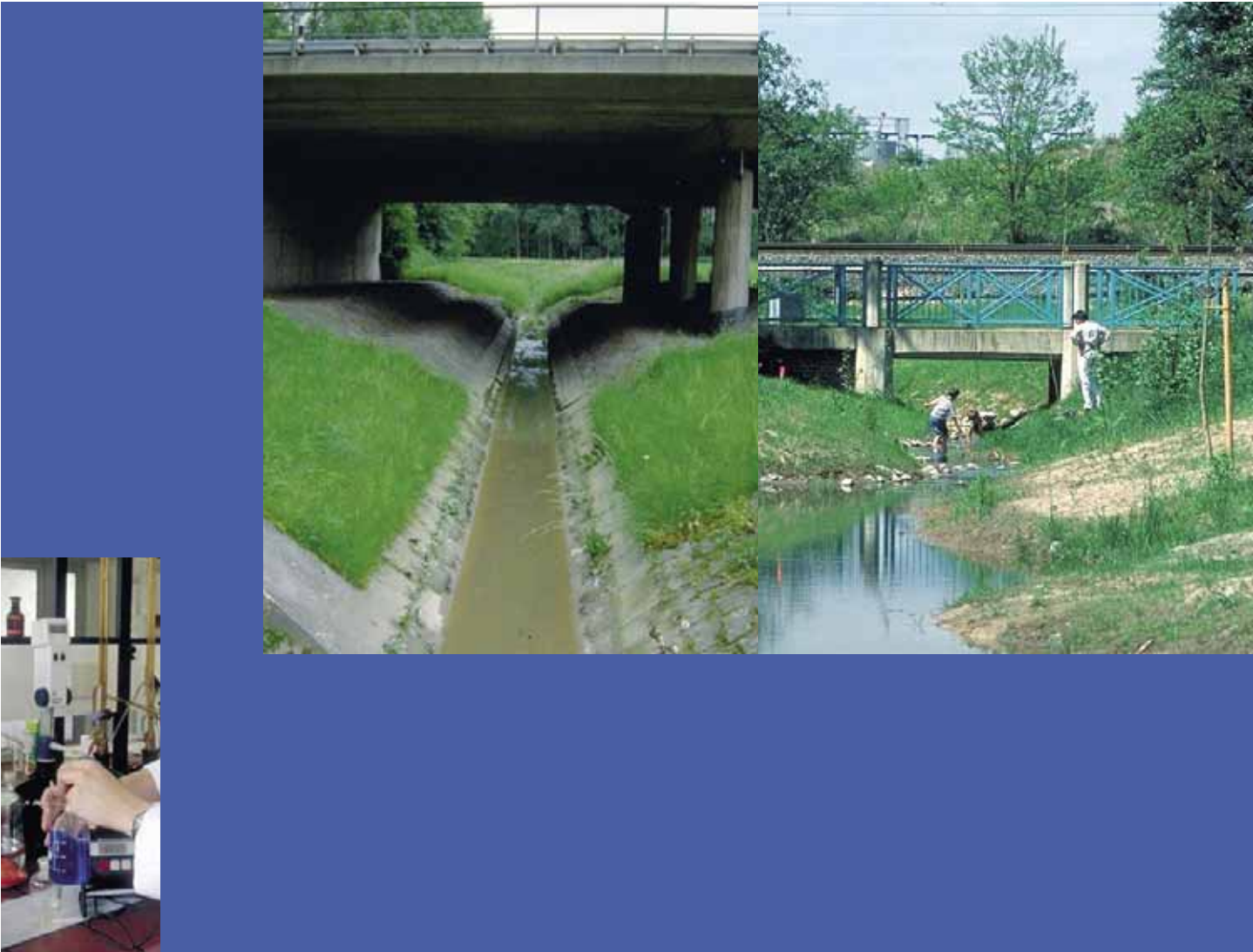


Abb. 1: Fassung des Grundwassers im Emscherggebiet: Wirkungen von Oberflächengewässern, Kanalsanierung und Regenwasserversickerung



2. Abschätzung der chemischen Qualität der zukünftigen Oberflächengewässer

2. Abschätzung der chemischen Qualität der zukünftigen Oberflächengewässer (Schritte 1-10)

Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Prognose der chemischen Wasserqualität in den zukünftigen Oberflächengewässern beschrieben. Die Prognose erfolgt unter Berücksichtigung der verschiedenen Randbedingungen nach der Umgestaltung sowie unter Berücksichtigung der Transportwege und der Stoffeigenschaften. Dabei wird ausschließlich der Ist-Zustand der Grundwasserbeschaffenheit berücksichtigt. Die Bewertung des Gefährdungspfades Boden-Grundwasser (gem. BBodSchG, 1998) ist nicht Inhalt dieser Arbeitshilfe.

Hierzu müssen folgende Sachverhalte ermittelt werden:

- zukünftige grundwasserbürtige Wasserführung unter Berücksichtigung der
 - Teileinzugsgebiete mit heutigem direktem Grundwasserzufluss zum Gewässer
 - Teileinzugsgebiete mit potenziellem Grundwasserzufluss (heutiger Abfluss als Fremdwasser über das Kanalnetz)
- Grundwasserqualität in den Teileinzugsgebieten.
- Chemische Qualität in den Gewässern bei
 - direktem Grundwasserzufluss und bei
 - potenziellem Grundwasserzufluss

Diese Sachverhalte sind dann Entscheidungsgrundlage zur Abstimmung

- der qualitativen und quantitativen Umbauziele
- der zeitlichen Entwicklung und
- des technischen und finanziellen Aufwandes zum Erreichen der Umbauziele

Die Abschätzung der chemischen Qualität der zukünftigen Oberflächengewässer erfolgt in 10 Schritten. In den Schritten 1 bis 4 wird der zukünftige Abfluss (Kap. 2.1 - 2.4) und auf dieser Grundlage in den Schritten 5 bis 10 (Kap. 2.5.1 - 2.5.6) die zukünftige chemische Qualität abgeschätzt. Den Zusammenhang der 10 Schritte zeigt die Abb. 2. Auf den Einsatz von Stofftransportmodellen wurde verzichtet, da die zur Kalibrierung erforderlichen Daten nicht zur Verfügung standen und Annahmen zu den Eingangsdaten und Randbedingungen im Rahmen der Modellbildung nicht zu besseren Ergebnissen führen würden.

Die komplexe Entwässerungssituation in den Poldergebieten erfordert in der Regel den Aufbau eines Grundwasserströmungsmodells zur Erfassung der Ist-Situation und zur Prognose. Damit lassen sich Grundwasserbilanzen für die Teileinzugsgebiete erstellen sowie die zukünftige Niedrigwasserführung in den Bächen abschätzen (Kap. 2.1 - 2.4). Diese Bilanzen sind die Voraussetzung für Konzentrations- und Frachtbetrachtungen über alle unterirdischen Teileinzugsgebiete und die Bäche (Kap. 2.5.1 - 2.5.6).

Die im Folgenden dargestellte Methodik zur Abschätzung der zukünftigen chemisch-physikalischen Wasserqualität in den Bächen (s. Kap. 2.5) ist auf die hydrogeologischen Verhältnisse und die Belastungen des Grundwassers im Emschergebiet angepasst. Die Datengrundlage ist noch durch weitere Messungen an geeigneten, umgebauten Gewässerabschnitten zu erhärten. Die Trennung der diffusen Quellen von den Punktquellen erfolgt durch die Festlegung einer Kappungsgrenze (s. Kap. 2.5.4).

Die vorhandenen Analysen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Bachwasser begründen die Annahme, dass eine Minderung der Schadstoffkonzentration in den Uferzonen der Bäche erfolgt. Eine Quantifizierung des Phänomens der Schadstoffminderung beim Übertritt von Grundwasser in den Bach ist eine wichtige Grundlage für die Bewertung der zukünftigen chemisch-physikalischen Wasserqualität hinsichtlich der Erreichung der Bewirtschaftungsziele im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Die Erläuterungen zu den zehn Schritten haben folgende Gliederung:

- Ziele des Schrittes
- Benötigte Daten
- Methode / Vorgehen
- Ergebnisse
- Beispiele

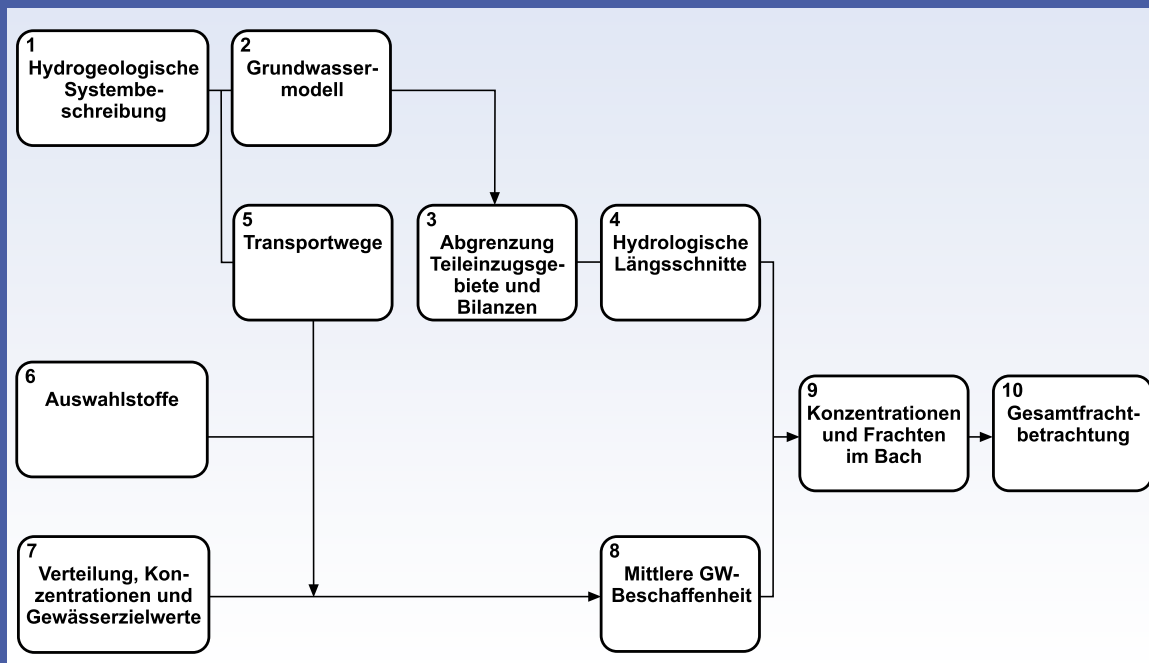


Abb. 2: Schritte zur Abschätzung der zukünftigen chemisch-physikalischen Wasserqualität

2.1 Schritt 1: Hydrogeologische Systemanalyse

Ziele des Schrittes 1

- Beschreibung aller relevanten Elemente des hydrogeologischen Systems und ihre Wirkungszusammenhänge
- Erarbeitung der Grundlagen für den Aufbau eines Grundwasserströmungsmodells (Kap. 2.2) und die Planungen zur Grund- und Regenwasserbewirtschaftung

Benötigte Daten im Schritt 1

Es werden vor allem folgende Daten benötigt:

- Digitales Geländemodell
- hydrogeologische Daten (Mächtigkeit und Verbreitung Grundwasserleiter/Grundwasserstauer, Durchlässigkeit, ggf. Porenvolumen, Bodenkarte)
- hydrologische Daten (Abflüsse, Wasserstände, Niederschlag, Klimadaten)
- validiertes Grundwassermessstellennetz und Grundwasserstandsmessungen (Stichtagsmessungen, Langzeitmessungen)
- Gewässernetz (Lage, Längsschnitte)
- Kanalnetz (Tiefenlage, einmündende Oberflächengewässer, Quantifizierung Fremdwasser durch direkte Messungen oder Pumpwerksauswertungen)
- Flächennutzung

Methoden und Vorgehen im Schritt 1

Zur hydrogeologischen Systemanalyse gehören vor allem:

- Beschreibung der hydrogeologischen Einheiten und des hydrogeologischen Aufbaus.

Im Emschergebiet treten auf Grund des geologischen Baus drei hydrogeologische Einheiten auf, in denen unterschiedliche Grundwasserströmungsverhältnisse herrschen. Es werden der quartäre Porengrundwasserleiter in der Aue und der Terrasse, der Kluftgrundwasserleiter des kreidezeitlichen Mergels und der Kluftgrundwasserleiter des Steinkohlengebirges voneinander unterschieden (s. hierzu Tabelle 1, Abb. 4 und Abb. 7). Bei der Konzeption der Maßnahmen zur Regen- und Grundwasserbewirtschaftung sind die unterschiedlichen Durchlässigkeiten in der Einheit Quartär zu beachten (Kap. 3). Da im Westen des Gebietes hoch durchlässige Sande und Kiese der Niederterrasse des Rheins verbreitet sind, sind vor allem bei der Grundwasserbewirtschaftung wesentlich höhere Abflüsse zu bewältigen als im Verbreitungsgebiet der eher geringer durchlässigen Ablagerung der Emscher.

- Grundwassergleichenplan/Flurabstandskarte/Grundwasserstandsschwankungen

Die wichtigste Grundlage der hydrogeologischen Systemanalyse ist der Grundwassergleichenplan, zu dem einige Hinweise gegeben werden. Der Grundwassergleichenplan sollte in der Regel auf mittleren Grundwasserständen beruhen. Grundlage ist ein Messstellennetz mit überprüften Grundwassermessstellen. Hierzu gehören entsprechende Stammdaten: Stockwerkszuordnung der Messstellen, plausible Messpunkthöhen (Berücksichtigung von Bergsenkungen), Bohr- und Ausbauprofile, überprüfte Funktionsfähigkeit.

Die Messstellendichte muss den Anforderungen im Untersuchungsgebiet angepasst werden. Die Messstellendichte sollte bei ca. 3 bis 6 Messstellen/km² liegen. In potenziellen Konfliktbereichen (geringe Flurabstände, nachgewiesene und vermutete grundwasser-aufnehmende Elemente, Umbauzonen an Gewässern) ist eine höhere Messstellendichte erforderlich. In die Konstruktion sind Gewässerlängsschnitte und die Höhenlage sonstiger Vorfluter wie Pumpwerke und größere Dränagen mit einzubeziehen. Der Grundwassergleichenplan sollte nach Möglichkeit durch Berechnung einer digitalen Flurabstandskarte auf Basis eines Digitalen Geländemodells (DGM 5) überprüft werden, damit keine Grundwassergleichen oberhalb der Geländeoberfläche liegen. In der Regel ist dies ein iterativer Prozess. Zur Einordnung der Grundwasserstände in den jährlichen, räumlich differenzierten Schwankungsgang und in die langjährige Entwicklung sind Langzeitganglinien erforderlich. Diese sollten mindestens 10 Jahre umfassen, um die niedrigen Grundwasserstände Anfang der 90er Jahre berücksichtigen zu können.

- Abgrenzen von Teileinzugsgebieten und Randbedingungen für die Modellränder des Grundwasserströmungsmodells (Wasserscheiden/Stromlinien, Vorfluter).

Anhand des Grundwassergleichenplans können – bereits im Schritt 1 – die Teileinzugsgebiete abgegrenzt werden. Für ein Grundwasserströmungsmodell lassen sich nach dem Grundwassergleichenplan die Modellränder abgrenzen.

- Einordnen der Vorflutfunktion der Gewässer (effluent/influent).

Ergebnisse aus Schritt 1

- Eingangsdaten für die Modellierung
- Erste Abgrenzung der Teileinzugsgebiete und deren Vorfluter
- Erste Abschätzung hinsichtlich der Rolle des anthropogenen Entwässerungssystems

Beispiele im Schritt 1

Die Abb. 3 zeigt, wie sich die einzelnen grundwasseraufnehmenden Elemente (Entwässerungsgräben, tief liegende Gewässer, defekte Kanäle, Dränagen und Pumpwerke) im Grundwassergleichenplan durch Grundwasserabsenkungen auswirken. Die Abgrenzung von Teileinzugsgebieten ist in Abb. 4 dargestellt.

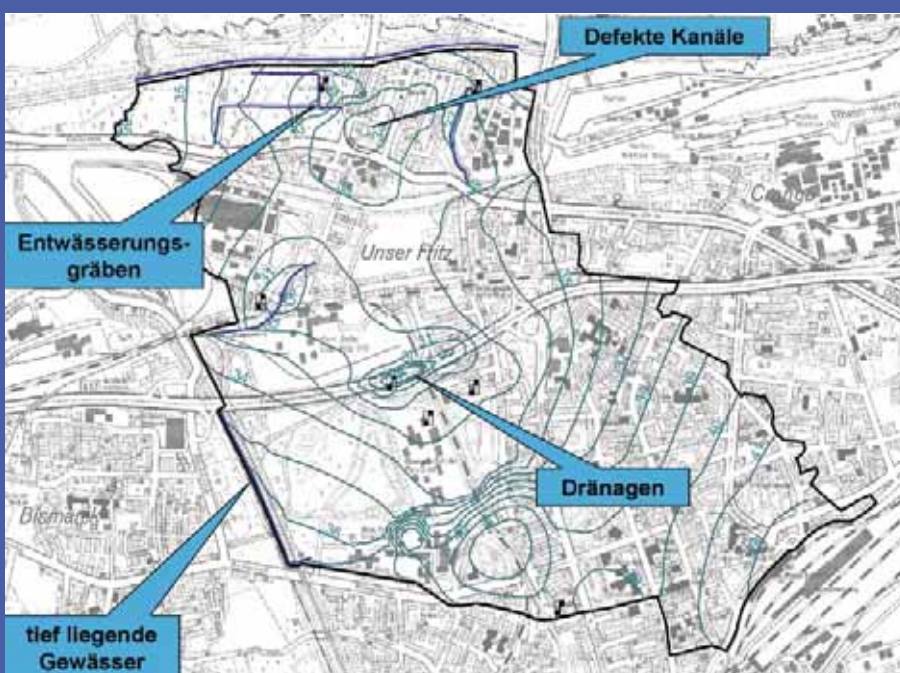


Abb. 3:
Auswirkungen der grundwasseraufnehmenden Elemente im Grundwassergleichenplan

2.2 Schritt 2: Aufbau von Grundwasserströmungsmodellen

Ziele des Schrittes 2

Es ist heute Stand der Technik, numerische Grundwasserströmungsmodelle als Entscheidungshilfe zur Prognose und Effizienzprüfung in der Grundwasserbewirtschaftung einzusetzen. Das Modell hat folgende Ziele:

- Abbildung und Bilanzierung der Grundwasserströmung
- Dimensionierung von Maßnahmen zur Minimierung der Investitions- und Betriebskosten und Erhöhung der Investitionssicherheit

Numerische Grundwasserströmungsmodelle bieten gegenüber den analytischen Verfahren den Vorteil, dass für die Prognose eine Vielzahl von Parametern (Wasserstände, Durchlässigkeiten, Grundwasserneubildung, Entnahmemengen, Bergsenkungen) in ihrer räumlichen und zeitlichen Variabilität berücksichtigt werden können. Dies ist insbesondere für die Prognose von Sohl- und Wasserspiegelveränderungen an Oberflächengewässern und bei Untersuchungen zur Grundwasserstandsregulierung in Poldergebieten wichtig, da sich dabei die Einflüsse von Oberflächengewässern, undichten Kanälen und Dränagen überlagern.

Grundwasserströmungsmodelle sind vor allem bei folgenden Fragestellungen sinnvoll:

- Bilanzierung des Abflusses aus dem Grundwasser über das anthropogene Entwässerungssystem (undichte Kanäle, defekte Grundleitungen, Dränagen) und die natürlichen Gewässer im Ist-Zustand
- Auswirkungen von Veränderungen am anthropogenen Entwässerungssystem (Neubau dichter Kanäle, flächiges Abklemmen von Hausdränagen, Bau eines Ersatzsystems, etc.)

- Auswirkungen der Versickerung von Regenwasser
- Auswirkungen von Höhenveränderungen des zukünftigen Wasserspiegels der Gewässer
- Überlagerung der obigen Auswirkungen

Benötigte Daten im Schritt 2

Eingangsdaten zum Modellaufbau aus der hydrogeologischen Systemanalyse (Schritt 1, Kap. 2.1).

Methoden und Vorgehen im Schritt 2

Der Aufbau von Grundwasserströmungsmodellen muss zwingend durch Fachleute mit umfassenden Kenntnissen und Erfahrungen erfolgen, so dass hier auf die allgemeinen Modellanforderungen verzichtet wird und nur auf Besonderheiten im Emschergebiet hingewiesen wird.

- Für den Emschermergel kann in der Regel eine grundwasserhydraulisch relevante Aquifermächtigkeit von etwa 30 m angesetzt werden. Die Variationen bei den kf-Werten im Bereich von Zehnerpotenzen übertreffen die Variationen der Aquifermächtigkeit bei weitem. Da außerdem mit zunehmender Tiefe die Durchlässigkeit des Mergels abnimmt, ist die Frage nach der genauen Lage der Basis des Grundwasserleiters vernachlässigbar.
- Für das großräumige, im Wesentlichen horizontale Strömen haben lokale, geringdurchlässige Einlagerungen aufgrund ihrer geringen Mächtigkeit – unabhängig von ihrer lateralen Ausdehnung – keinen relevanten Einfluss.
- Die Modellknoten müssen sich insbesondere an dem bekannten Entwässerungssystem (Fließgewässer, Kanäle, Dränagen, Brunnen, Pumpwerke, Entsiegelungspotenziale) orientieren.

- Das Grundwasserströmungsmodell muss für konzeptionelle Betrachtungen nicht bis hin zu defekten Grundleitungen oder Hausdränagen aufgelöst werden. Die hydraulischen Auswirkungen der unterirdischen Elemente des anthropogenen Entwässerungssystems können über das unter der Grundwasseroberfläche liegende Kanalnetz simuliert werden. In Abb. 4 sind in einem Beispiel die potenziell dränenden Kanalabschnitte als grüne Linien dargestellt. In der Regel liegen dann in einem größeren Bereich (Schraffur in Abb. 4) viele Hausdränagen vor. Über die Erhöhung oder Erniedrigung des Eintrittswiderstandes des Kanalnetzes gegenüber Grundwasser (Leakagefaktor) wird das Grundwasserströmungsmodell in den Bereichen kalibriert. Die Modellbilanzen sollten durch Fremdwassermessungen in den Kanalnetzen verifiziert werden (Durchführung von Fremdwassermessungen siehe Kap. 3.1).
- Ein zweidimensionaler Modellaufbau und eine stationäre Kalibrierung sind in der Regel ausreichend, da die horizontale Grundwasserströmungskomponente überwiegt. Vergleiche stationärer Modelle mit instationären Modellen zeigen zudem eine hinreichende Genauigkeit der stationären Modellkalibrierung.
- Das Modellgebiet muss groß genug gewählt werden, damit Veränderungen innerhalb des Modellgebietes abgebildet werden können und die Auswirkungen nicht die Modellrandbedingungen beeinflussen. In der Regel werden für konzeptionelle Betrachtungen vollständige Einzugsgebiete mit hydraulisch definierten Rändern modelliert (z.B. Einzugsgebiete der Berne, Boye und des Hüller Bachs).

Ergebnisse aus Schritt 2

- Abgrenzung der Einflussbereiche des anthropogenen Entwässerungssystems
- Bilanzierung der Grundwasserzuflüsse und Verifizierung der Bilanz durch Fremdwassermessungen
- Prognose der Auswirkungen von Maßnahmen (Gewässerumbau, Abklemmen des anthropogenen Entwässerungssystems, Ersatzsysteme zur Grundwasserbewirtschaftung, Versickerung)

Beispiele im Schritt 2

Ein Beispiel für die Umsetzung der unterschiedlichen Elemente des anthropogenen Entwässerungssystems im Modell und den zugehörigen Teileinzugsgebieten zeigt Abb. 4.

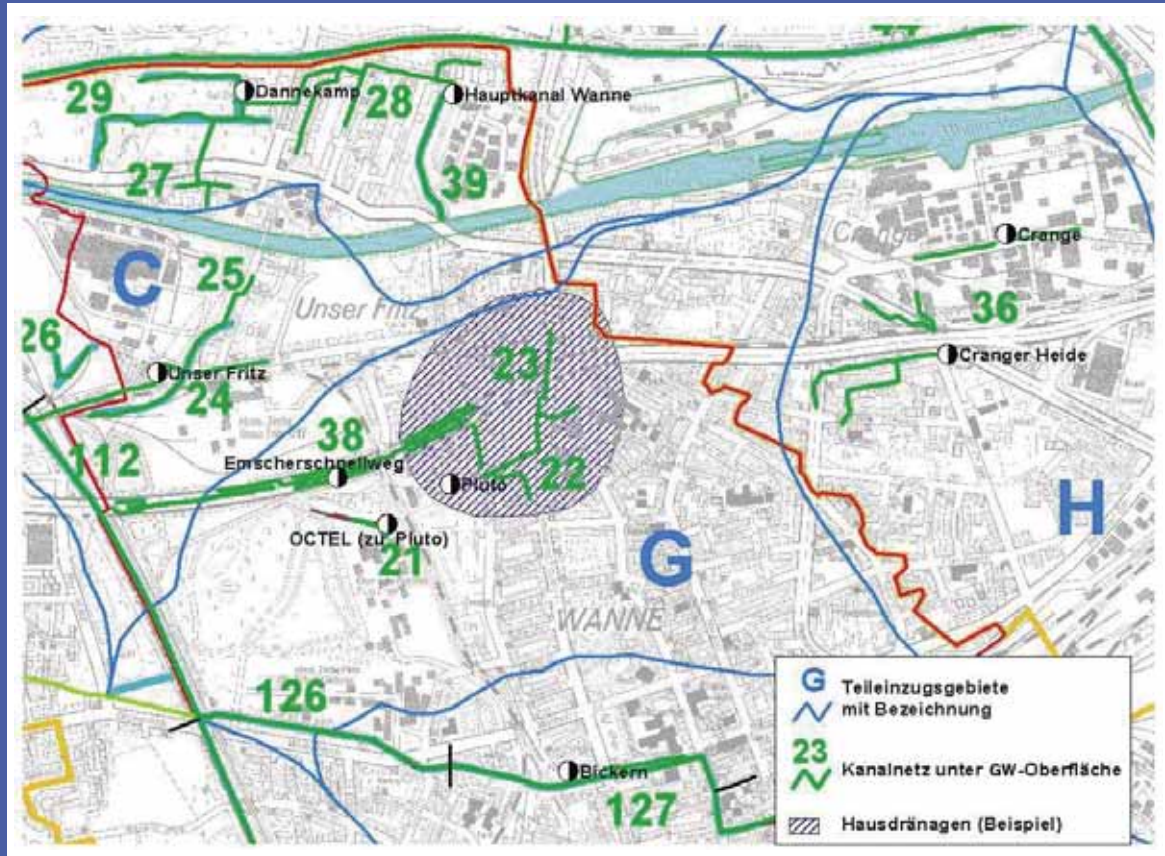


Abb. 4: Umsetzung der grundwasseraufnehmenden Elemente des Entwässerungssystems im Grundwasserströmungsmodell. Kartenausschnitt aus dem Projektgebiet Hüller Bach (Emschergenossenschaft, 2004)

2.3 Schritt 3: Abgrenzung von Teileinzugsgebieten und Grundwasserbilanz

Ziele des Schrittes 3

- Abgrenzung von Teileinzugsgebieten der einzelnen Elemente des anthropogenen Entwässerungssystems und der natürlichen Oberflächengewässer
- Bilanzierung der Grundwasserabflüsse in den Teileinzugsgebieten über die einzelnen Elemente des anthropogenen Entwässerungssystems
- Abgrenzen von Konfliktbereichen beim Umbau des Gewässer und des anthropogenen Entwässerungssystems

Benötigte Daten im Schritt 3

Ergebnisse des Grundwasserströmungsmodells (Schritt 2, Kap. 2.2).

Methoden und Vorgehen im Schritt 3

Zur Abschätzung der zukünftigen Wasserführung wird das Untersuchungsgebiet auf der Grundlage des Grundwassergleichensplans oder mit Hilfe von Stromlinien aus dem Grundwasserströmungsmodell in Teileinzugsgebiete aufgeteilt. Kriterium zur Abgrenzung der Teileinzugsgebiete ist der jeweilige Vorfluter. Größere geschlossene, potenziell dränende Kanalbereiche, Pumpwerke und große Einzeldrönanagen werden als eigenständige Teileinzugsgebiete abgegrenzt (Buchstaben C, G und H in Abb. 4).

Die Grundwasserabflüsse aus den Teileinzugsgebieten in die Vorfluter werden über das Grundwasserströmungsmodell ermittelt. Ohne Grundwasserströmungsmodell kann der Grundwasserabfluss in einem Teileinzugsgebiet nach separatem Verfahren, grob über die Grundwasserneubildung abgeschätzt werden. Hierzu werden in der Regel längere Bachabschnitte betrachtet, da die auf der Grundlage des weniger differenzierten Grundwassergleichplans abgegrenzten Teileinzugsgebiete größer sind. Aufgrund der Bilanzierung erfolgt im Schritt 4 die abschnittsweise Abschätzung des grundwasserbürtigen Abflusses (= Grundwasseraussickerung), der näherungsweise mit dem langjährigen MNQ (mittlerer Niedrigwasserabfluss) eines natürlichen Fließgewässers vergleichbar ist. Mit Hilfe der Grundwasserströmungsmodelle kann der grundwasserbürtige Abfluss räumlich differenziert auf kleinen Bachabschnitten ermittelt werden. Hierzu können auch kleinere Abschnitte innerhalb von Teileinzugsgebieten abgegrenzt werden.

Ergebnisse aus Schritt 3

- Prognose der Niedrigwasserführung der Oberflächengewässer und der Grundwasserabflüsse im anthropogenen Entwässerungssystem
- Identifizierung der Konfliktbereiche für Maßnahmen der Grund- und Regenwasserbewirtschaftung (Kap. 2)

Beispiele im Schritt 3

Abb. 4 zeigt die Umsetzung der grundwasseraufnehmenden Elemente des anthropogenen Entwässerungssystems und die Abgrenzung von Teileinzugsgebieten im Grundwasserströmungsmodell für das Gebiet Hüller Bach.

2.4 Schritt 4: Auswertung der Gewässerabflüsse als hydrologischer Längsschnitt

Ziele des Schrittes 4

- Anschauliche Darstellung der Einzelergebnisse aus der Bilanzierung in einem hydrologischen Längsschnitt
- Grundlage für die Frachtbetrachtungen im Einzugsgebiet und Mischungsrechnung in den Gewässern (Kap. 2.5.5)

Benötigte Daten im Schritt 4

- Eingangsdaten zum Modellaufbau (Schritt 1, Kap. 2.1)
- Ergebnisse des Grundwasserströmungsmodells (Schritt 2, Kap. 2.2)

Methoden und Vorgehen im Schritt 4

Die Grundwasseraussickerungsmengen aus der Bilanzierung entlang der Oberflächengewässer werden von der Quelle bis zur Mündung in einem hydrologischen Längsschnitt dargestellt (Abb. 5). Die violette Linie zeigt den direkten Grundwasserzufluss zum Bach. Die Grundwasserabflüsse über das anthropogene Entwässerungssystem (= Fremdwasseranteil) werden durch Fremdwassermessungen in Kanälen, Abflussmessungen in Dränagen und aus den Modellergebnissen ermittelt und sind als blaue Linie aufgetragen. Die blaue Linie stellt die Gesamtmenge des im Einzugsgebiet zur Verfügung stehenden Grundwassers dar (= Summe aus direktem GW-Zufluss und GW-Abfluss im anthropogenen Entwässerungssystem) und wird als potenzieller Grundwasserzufluss bezeichnet. Die Differenz (schraffiertes Feld in Abb. 5) sind die Grundwasserzuflüsse und -einleitungen in die städtischen Abwasserkanäle. Da dieses Wasser aus abwassertechnischer Sicht ein Teil des Fremdwassers ist, wird es im Weiteren als grundwasserbürtiges Fremdwasser bezeichnet.

Ergebnisse aus Schritt 4

- Auswirkung der Einleitung von grundwasserbürtigem Fremdwasser auf die Höhe des Bachabflusses.
- Eine Entscheidung über die Umleitung des Fremdwassers in das Gewässer sollte erst nach Einbeziehung der chemischen Qualität des Fremdwassers erfolgen. Weitere Entscheidungskriterien sind: Abflusshöhe ohne die Zuleitung von Fremdwasser, Schadstoffbelastung im Gewässer, Kosten. Es ist zu erwarten, dass der zukünftige Niedrigwasserabfluss (MNQ) zwischen den beiden Kurven liegen wird.

Beispiele im Schritt 4

Abb. 5 zeigt den hydrologischen Längsschnitt für den Hüller Bach. Im Ist-Zustand hat der Hüller Bach einen direkten Grundwasserzufluss von ca. 120 l/s. Nach dem Eintritt in den Polder Wanne-Nord nimmt der Abfluss nur noch gering durch die Einmündung des Dorneburger Mühlenbaches zu. Für das Grundwasser sind im Polder die Elemente des anthropogenen Entwässerungssystems die Vorfluter (ca. 160 l/s grundwasserbürtiges Fremdwasser). Nach vollständiger Ableitung des Fremdwassers in das Gewässer würde der mittlere Abfluss auf ca. 280 l/s steigen (potenzieller Grundwasserzufluss).

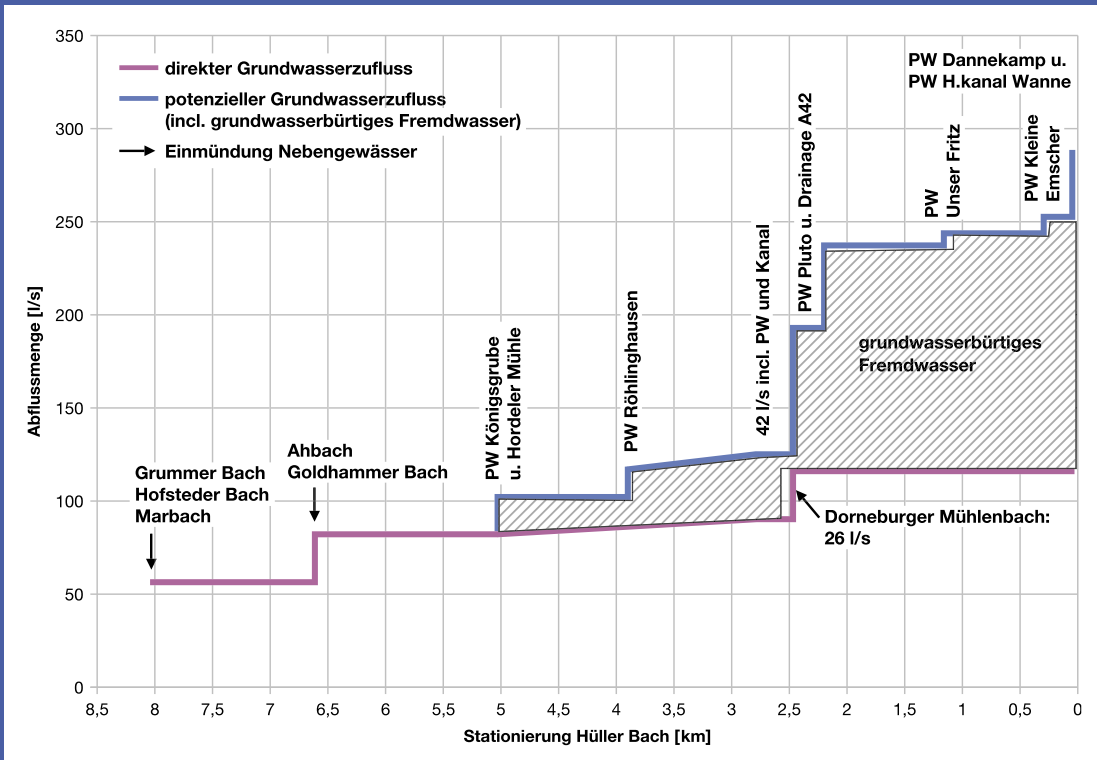


Abb. 5: Beispiel für einen hydrologischen Längsschnitt am Hüller Bach mit direktem Grundwasserzufluss (violette Linie) und mit potenziellem Grundwasserzufluss (blaue Linie)

2.5 Abschätzung der zukünftigen chemischen Wasserqualität in Oberflächengewässern (Schritte 5 bis 10)

Neben dem Abfluss ist die zukünftige chemische Wasserqualität eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die wasserwirtschaftliche Planung. Aus folgenden Gründen bestehen bei der Abschätzung der chemischen Wasserqualität größere Unsicherheiten als bei der Abschätzung des Abflusses:

- Die unterschiedliche Entfernung der Belastungsquellen zum Oberflächengewässer und die Variabilität der hydrogeologischen Eigenschaften der Grundwasserleiter (Mächtigkeit, Durchlässigkeit, Gefälle, Adsorptionseigenschaften etc.) müssen berücksichtigt werden.
- Es gibt eine Vielzahl von Stoffen mit unterschiedlichen Stoffeigenschaften im Grundwasserleiter und bei Durchgang durch die belebte Uferzone (Mobilität und Abbauverhalten).
- Die räumliche Verteilung der Grundwasseranalysen ist häufig ungünstig. Vielfach liegen die Messstellen in den Zentren der Altlastenverdachtsflächen, so dass die Gefahr besteht, die Punktquellen gegenüber der flächigen Grundwasserqualität überzubewerten.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass sich der zukünftige ökologische Zustand (biologische Parameter) der das Grundwasser aufnehmenden Bäche im Sinne der europäischen Wasserrahmenrichtlinie nach erfolgter Umgestaltung nicht verlässlich prognostizieren lässt. Die zukünftige Ausbildung von Lebensgemeinschaften in den neu gestalteten Gewässern ist neben der chemischen Wasserqualität von weiteren Randbedingungen abhängig, wie z.B. von Lichtexposition, Sauerstoffeintrag, Sohl- und Uferstrukturen etc. Deren zukünftige Ausprägung und Auswirkungen auf die neu entstehenden Lebensgemeinschaften lassen sich nicht prognostizieren. Die in der Arbeitshilfe beschriebene Methode dient daher nur zur Abschätzung der chemischen Parameter (chemisch-physikalische Wasserqualität).

Diese Methode wird in sechs Schritten mit fortlaufender Nummerierung aus Kapitel 2.1 - 2.4 beschrieben und erläutert:

5. Schritt: Zuordnung von Transportwegen zu Grundwasserverunreinigungen
6. Schritt: Auswahl relevanter Stoffe und Stoffgruppen
7. Schritt: Räumliche Verteilung der Stoffkonzentrationen und Vergleich mit Gewässerzielwerten
8. Schritt: Abschätzung der Grundwasserqualität in Teileinzugsgebieten
9. Schritt: Ermittlung der Frachten aus Teileinzugsgebieten und Mischungsrechnung
10. Schritt: Gesamtbilanz

2.5.1 Schritt 5: Zuordnung von Transportwegen zu Grundwasserverunreinigungen

Ziele des Schrittes 5

- Zuordnung der Quelle einer Grundwasserbelastung zum zugehörigen Transportweg
- Differenzierung des Risikos für eine Belastung des Oberflächengewässers

Der Transportweg beinhaltet:

- Entfernung zum Oberflächengewässer und zu anthropogenen Entwässerungssystemen
- hydrogeologische Einheiten

Benötigte Daten im Schritt 5

- Abgrenzung der Umbauzone und des Zustrombereichs
- hydrogeologische Einheiten (aus Schritt 1, Kap. 2.1)
- räumliche Lage der beprobten Grundwassermessstellen

Methoden und Vorgehen im Schritt 5

Abgrenzen der Umbauzone und des Zustrombereichs

Zur Bewertung der Relevanz vorhandener Grundwasserbelastungen für den Bach erfolgt die Einteilung in eine Umbauzone (Zone 1) und einen Zustrombereich (Zone 2). Die Umbauzone, in der prinzipiell gewässernahe Umbaumaßnahmen möglich sind, erstreckt sich beidseitig maximal ca. 250 m vom Oberflächengewässer. Im Bereich der engen Bachtäler im Süden der Emscher beschränkt sie sich in der Regel auf den quartären Grundwasserleiter in der Aue und ist schmaler (ca. 50 m). Bei der Zuordnung der Grundwasserverunreinigungen sollte eine Einzelfallprüfung erfolgen.

Der Zustrombereich erstreckt sich auf das gesamte Einzugsgebiet der Oberflächengewässer, aus dem mobile Schadstoffe verfrachtet werden und zur Belastung des Oberflächengewässers beitragen können.

Ableitung der Transportwege

In Abhängigkeit von der hydrogeologischen Einheit (s. hydrogeologische Systemanalyse, Kap. 2.1) und der Lage einer Grundwasserverunreinigung in einer Zone ergeben sich bestimmte Wege, auf denen Schadstoffe transportiert werden können.

Diese Transportwege integrieren die unterschiedlichen hydrogeologischen Gegebenheiten (z.B. Grundwasserergiebigkeit, Fließgeschwindigkeit), die Entwässerungssysteme und die Lage der Boden- und Grundwasserverunreinigungen in den beiden Zonen (Entfernung zum Oberflächengewässer).

Die hydrogeologischen Einheiten und die jeweiligen relevanten Transportwege sind in einem Systemdiagramm in Abb. 6 schematisch dargestellt und in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Übersicht über Transportwege und hydrogeologische Einheiten

Transportweg	Beschreibung der Transportwege	Zone	hydrogeologische Einheit
0	Grundwasserzustrom zu einem Dränagesystem, defekten Kanälen und Pumpwerken (nicht dargestellt)	Umbauzone	Quartär: Porengrundwasserleiter Mächtigkeit >3 bis ca. 15 m (Emscherniederung) gering durchlässige schluffig bis tonige Sande, teilweise humos bis torfig Im Westen hoch durchlässige Kiese (Niederterrasse)
1	partikelgebundener Oberflächenabtrag von un- und teilversiegelten Flächen (untergeordnet)		
2	kurzer Grundwasserzustrom zum Oberflächengewässer		
3	weiterer Grundwasserzustrom zum Oberflächengewässer, nur noch für mobile Schadstoffe relevant	Zustrombereich	Mergel: Kluftgrundwasserleiter unter stauender Verwitterungsschicht, häufig gespannt Steinkohlengebirge: Kluftgrundwasserleiter unter stauender Verwitterungsschicht. Hohe Flurabstände, z.T. grundwasserfrei durch Bergbausümpfen
4a	eher horizontaler Grundwasserfluss oberhalb der Verwitterungsschicht		
4b	eher vertikaler Grundwasserfluss unterhalb der Verwitterungsschicht in der Auflockerungszone		
5	vertikaler Grundwasserabfluss, nicht mehr relevant für Oberflächengewässer		

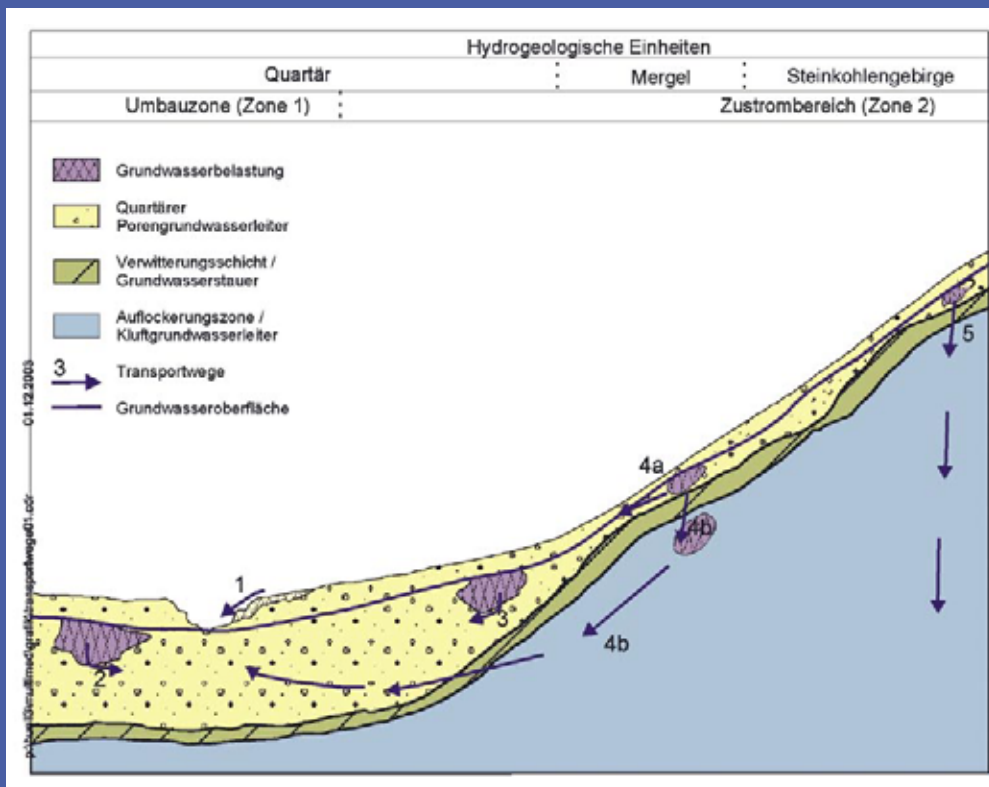


Abb. 6:
Schematische Ableitung der Transportwege

Ergebnisse aus Schritt 5

- Abgrenzung von Schwerpunkten der Grundwasserbelastungen zu Transportwegen
- Entscheidung, welche Belastungsquellen mögliche Risiken für den Bach darstellen

Beispiele im Schritt 5

Abb. 7 zeigt die Zuordnung der Grundwassermessstellen zu den hydrogeologischen Einheiten und den Zonen (= Transportwegen) im Einzugsgebiet des Hüller Baches.

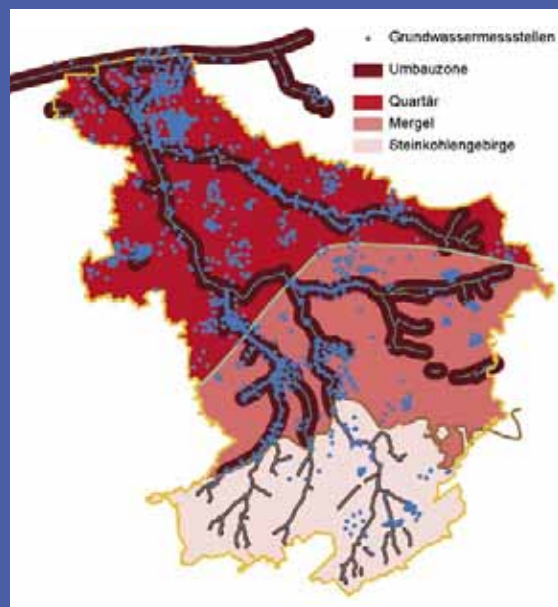


Abb. 7: Zuordnung der Grundwassermessstellen zu den hydrogeologischen Einheiten und den Zonen

2.5.2 Schritt 6: Auswahl relevanter Stoffe und Stoffgruppen

Ziele des Schrittes 6

- Auswahl der relevanten Stoffe im jeweiligen Untersuchungsgebiet
- Erhebung und Aufbereitung der für das Gebiet repräsentativen Grundwasseranalysen

Benötigte Daten im Schritt 6

- Lage der beprobten Grundwassermessstellen (Schritt 5, Kap. 2.5.1).

Methoden und Vorgehen im Schritt 6

Aus der Vielzahl der Stoffe, die im Rahmen von Altlastenuntersuchungen betrachtet werden können, wurde in Abstimmung mit dem Landesumweltamt NRW eine Auswahl an relevanten Stoffen festgelegt. Es ergibt sich eine Liste von 26 Stoffen und Stoffgruppen, die prinzipiell bei der Abschätzung der zukünftigen chemisch-physikalischen Oberflächengewässerqualität berücksichtigt werden sollen (Tabelle 2).

Die Parameter der AOX, PCB, PSM, Quecksilber, Thallium, Mangan, Aluminium, Bor und Nitrat wurden in Abstimmung mit dem Landesumweltamt als nicht relevant angesehen, da nach aktuellem Kenntnisstand keine flächenhafte Belastung vorliegt. Sie wurden deshalb hier im Folgenden (Kap. 2.5.3 und Tabelle 3 und Tabelle 4) nicht berücksichtigt. In anderen Teileinzugsgebieten der Emscher können diese Parameter und weitere (z.B. Eisen) jedoch lokal relevant sein.

Bei Detailuntersuchungen (z.B. Gefährdungsabschätzungen, Einleitungsverfahren) sind ggf. noch weitere Parameter zu untersuchen und zu bewerten (vor allem: Liste der GewQV (2001) und Liste prioritärer und prioritär gefährlicher Stoffe gemäß EU-WRRL). Viele dieser dort aufgeführten Parameter wurden jedoch in den vorliegenden Untersuchungen im Emschergebiet in der Regel nicht untersucht (z.B. PSM, PCP, DEHP, Tributylzinnverbindungen) und können deshalb z.Zt. noch nicht für die grundsätzliche Beurteilung der Gewässergefährdung herangezogen werden.

Ergebnisse aus Schritt 6

- Art der stofflichen Schwerpunktbelastung

Tabelle 2:
Auswahl der Stoffe
und Stoffgruppen

Anorganische Stoffe	
1-11	Arsen, Blei, Cadmium, Chrom ges., Kupfer, Nickel, Zink, Cyanid (gesamt), Sulfat, Chlorid, Ammonium
Organische Stoffe	
12-13	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) als Anzeiger für organische Stoffe bei älteren Analysen, MKW (bei älteren Analysen nach KW IR 18)
14-17	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (BTEX)
18-19	PAK ¹ (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), Naphthalin, Σ PAK (EPA, falls nicht vorhanden nach TrinkWv)
20	Phenole
21-26	Σ LKHW (Angabe oft als CKW) sowie Einzelstoffe Tetrachlorethen (Per) Trichlorethen (Tri) sowie im Einzelfall Trichlormethan (Chloroform) Trichlorethan(1,1,1-) Dichlorethen(1,2-) cis

¹ Im folgenden wird PAK – falls nicht gesondert erwähnt – immer Summe PAK n. EPA ohne Naphthalin verstanden.

2.5.3 Schritt 7: Räumliche Verteilung der Stoffkonzentrationen und Vergleich mit Gewässerzielwerten

Ziele des Schrittes 7

- Darstellung der räumlichen Verteilung der Stoffkonzentrationen
- Vergleich mit Gewässerzielwerten

Benötigte Daten im Schritt 7

- Grundwasseranalysen (Schritt 6, Kap. 2.5.2).
- Gewässerzielwerte (Rechtsnormen wie GewQV 2001 bzw. Abstimmung mit den Genehmigungs- und Fachbehörden)

Methoden und Vorgehen im Schritt 7

Zur Abschätzung, ob und in welchen Konzentrationsbereichen bestimmte Stoffe im Emschergebiet bzw. in den einzelnen Einzugsgebieten im Grundwasser gemessen wurden, werden Häufigkeitsverteilungen der Analysen dargestellt (Abb. 8 und 9). Zur Einschätzung der Aussagequalität sollte auch die Zahl der Analysen benannt werden. Durch die große Anzahl der Analysen sind die Einflüsse durch unterschiedliche Analyseverfahren und Nachweisgrenzen, das Übergewicht von Emittentennachweisstellen und das unterschiedliche Alter der Analysen, die die Aussagekraft einschränken können, begrenzt.

Aus der Steigung der Kurven lässt sich die Verbreitung bestimmter Konzentrationsniveaus ableiten. Im linken Teil der Abbildungen zeigt der plateauartige Bereich der Kurven eine flächige Belastung an. Im rechten Teil der Bilder steigen die Kurven steil an und zeigen die Belastungsschwerpunkte. Dabei ist es angesichts der

Gesamtzahl der vorliegenden Analysedaten unerheblich, wie viele Grundwasseranalysen jeweils aus einem Belastungsschwerpunkt stammen, denn dadurch verschiebt sich der Anstiegspunkt nur geringfügig. Die Verschiebung hat nur einen geringen Einfluss auf die Höhe der flächigen Belastungen. Die Darstellungen spiegeln auch die räumliche Verteilung der Analysen wider. So liegt der überwiegende Teil der Analysen (mit geringen Konzentrationen) außerhalb der Belastungsschwerpunkte, so dass damit keine Überbewertung durch die hohen Konzentrationen der Belastungsschwerpunkte entsteht. Das 50. Perzentil (Medianwert) wurde in Abstimmung mit den beteiligten Behörden als Wert für eine flächige Belastung festgelegt.

Bei den dargestellten Verteilungen der PAK-Konzentrationen (Abb. 9) ergibt sich zwischen den einzelnen Einzugsgebieten (Berne, Hüller Bach) eine Konzentrations-Spannbreite für das 50. Perzentil, die auf die unterschiedliche industrielle Nutzungsstruktur der Einzugsgebiete zurückzuführen ist.

Im Vergleich mit Zielwerten der Gewässerqualitätsverordnung (GewQV 2001) kann abgeschätzt werden, ob diese nur lokal oder flächig überschritten werden (grüne Linie in Abb. 8). Eine Übersicht über Gewässerzielwerte der GewQV, für die im Emschergebiet auch Messwerte vorliegen, und die Überschreitungshäufigkeiten im Einzugsgebiet des Hüller Baches zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3: Gewässerzielwerte nach GewQV und Überschreitungshäufigkeit im Grundwasser

Parameter	Einheit	Gewässerzielwert nach GewQV (2001) für im Emscherraum relevante Parameter	Überschreitungshäufigkeit der GewQV in % der GW-Analysen am Hüller Bach
Benz-a-pyren	µg/l	0,01	15
Naphthalin	µg/l	1	30
Benzol	µg/l	10	17
Arsen	µg/l	40	6
Toluol	µg/l	10	bisher nicht erfasst, wahrscheinlich zur Festlegung einer flächigen Belastung nicht relevant
Anthracen	µg/l	0,01	
Fluoranthen	µg/l	0,025	

Für einige Parameter liegen keine Gewässerzielwerte in der GewQV² vor, obwohl diese häufig im Emschergebiet auftreten. Es können jedoch vorläufig Gewässerzielwerte aus anderen Quellen mit eher empfehlendem Charakter herangezogen werden. Die Reihenfolge der Nennungen entspricht in etwa auch ihrem Stellenwert bei der vorliegenden Fragestellung:

- Leitfaden zur Umsetzung der WRRL in NRW (MUNLV 2004)
- Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer, AGA (1991)
- LAWA-Güteanforderungen Grundwasser, LAWA GW (1994)
- LAWA-Güteanforderungen Oberflächengewässer, ohne Schwermetalle, LAWA OFG (1998)

Ergebnisse aus Schritt 7

- Parameter mit flächiger Belastung
 - Anhand von Tabelle 3 und Tabelle 4 kann abgeleitet werden, für welche Parameter eine flächige Belastung zu erwarten ist. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind dies die Parameter, bei denen eine Überschreitungshäufigkeit des Gewässerzielwertes um mindestens 30% erfolgt. Dies sind im Emschergebiet die Parameter Naphthalin, Sulfat und Summe PAK. Das 50. Perzentil für Sulfat liegt bei 250 mg/l; für die Summe PAK wurde aufgrund der Spannbreite das 50. Perzentil bei 0,5 µg/l festgelegt. Diese Werte können vor allem für Sulfat als flächige Belastung im gesamten Emschergebiet angesehen werden. Bei den PAK-Belastungen im Grundwasser handelt es sich in der Regel um größere, abgrenzbare Bereiche (z. B. Wanne Nord), in denen eine Vielzahl von hohen Punktbelastungen vorliegt, die nur im abgegrenzten Bereich zu einer flächigen Erhöhung der Konzentration führen (= zonale Belastung).

²Es ist zu erwarten, dass auch hier noch für relevante Stoffe weitere Gewässerzielwerte im Rahmen der Umsetzung der EG-WRRL festgesetzt werden. Diese sind dann bei den Bewertungen zu berücksichtigen. Für die prioritär gefährlichen Stoffe wurde auch ein „phasing out“ vereinbart; das heißt, dass diese Stoffe nach einer Übergangszeit vollständig aus dem Ökosystem verschwinden sollen.

Tabelle 4: Weitere Gewässerzielwerte und Überschreitungshäufigkeiten von Grundwasseranalysen

Parameter	Einheit	möglicher Gewässerzielwert	Ableitung möglicher Gewässerzielwert	Überschreitungshäufigkeit von GW-Analysen in %	
				Hüller Bach	Emscherraum
Sulfat	mg/l	200	Leitfaden NRW	65	62
Leitfähigkeit	µS/cm	1000	AGA	97	91
PAK	µg/l	0,2	AGA, LAWA GW	70	56
Naphthalin	µg/l	1	GewQV, 2001	30	n.g.
Cyanide (gesamt)	mg/l	0,05	LAWA 1998	37	18
Phenole	mg/l	0,02	LAWA 1998	20	15
BTX	µg/l	30	LAWA GW	18	20
Chlorid	mg/l	400	Leitfaden NRW	7	5
Zink	mg/l	0,3	AGA	13	-
KW	mg/l	0,2	LAWA GW	12	-
Blei	mg/l	0,02	AGA	11	-
Cyanide (frei)	mg/l	0,05	LAWA 1998	7	-
Chrom (gesamt)	mg/l	0,03	AGA	3	-

Bei gleichmäßiger Verteilung der Belastungen im Raum kann ggf. auch bereits bei einer Überschreitungshäufigkeit des Gewässerzielwertes um $\leq 30\%$ von einer flächigen Belastung gesprochen werden (Einzelfallprüfung).

- Höhe der flächigen Belastung
- Verhältnis zu Gewässerzielwerten und generelle Handlungsoptionen
- (zeitweise) Akzeptanz von Überschreitungen der Gewässerzielwerte
- Anpassung der Gewässerzielwerte
- flächige/lokale Sanierungen bzw. technische Maßnahmen
- weitere Schlussfolgerungen

Beispiele im Schritt 7

In Abb. 8 und Abb. 9 wird die Verteilung für Sulfat und Summe PAK als Beispiel für flüchtige Belastungen gezeigt. In den Beispielen werden je nach Parameter bis zu 2109 Analysen aus dem Emschergebiet dargestellt.

Die Verteilung der übrigen, hier nicht dargestellten Parameter kann anhand der Tabelle 4, Spalte Überschreitungshäufigkeit, abgeleitet werden.

Abb. 8:
Sulfatverteilung und
Gewässerzielwert
nach Leitfaden NRW

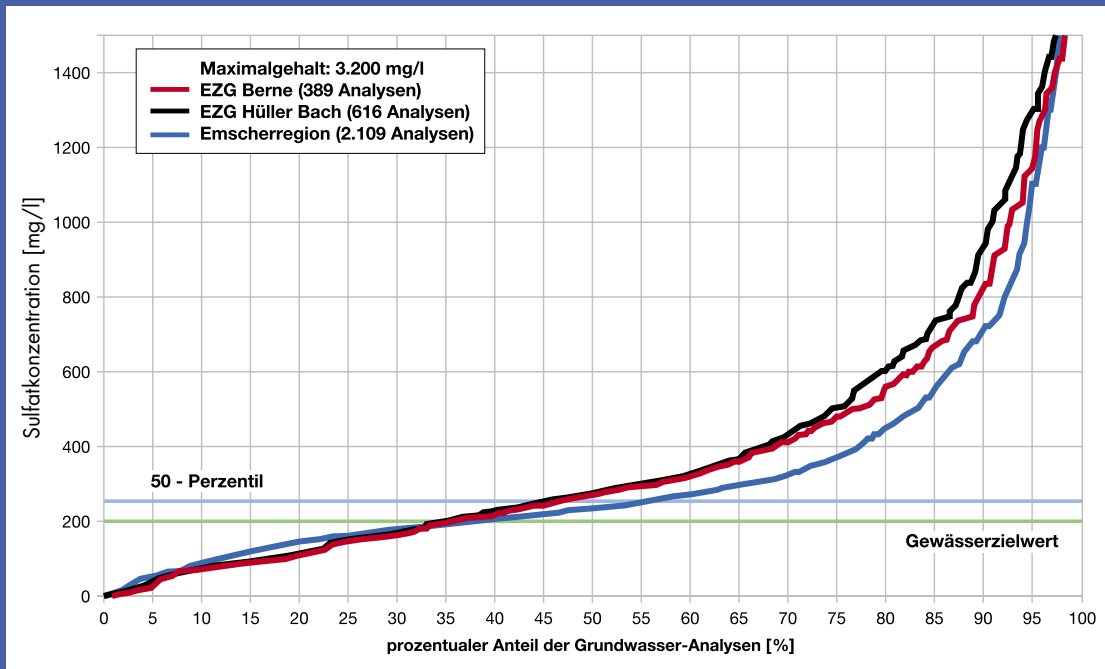
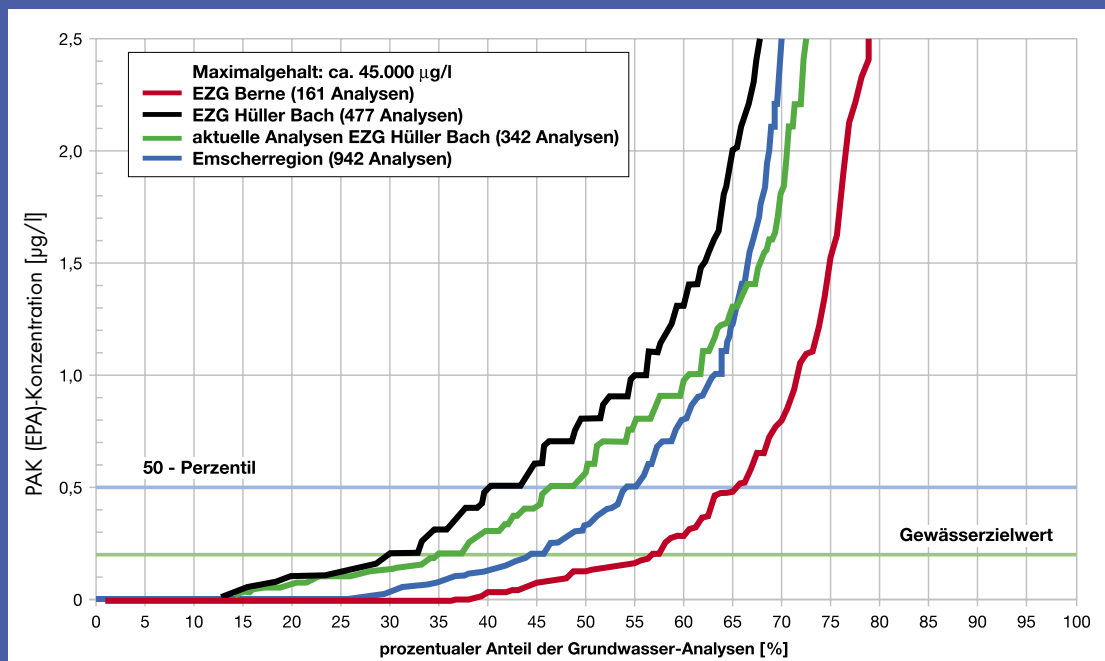


Abb. 9:
PAK-Verteilung und
Gewässerzielwert
nach AGA



2.5.4 Schritt 8: Abschätzung der Grundwasserqualität in Teileinzugsgebieten

Ziele des Schrittes 8

- Abschätzung der Grundwasserqualität in den Teileinzugsgebieten

Benötigte Daten im Schritt 8

- Transportwege (Schritt 5, Kap. 2.5.1)
- Grundwasseranalysen (Schritt 6, Kap. 2.5.2)
- Abgrenzung der Teileinzugsgebiete (Schritt 3, Kap. 2.3)

Methoden und Vorgehen im Schritt 8

Die Abschätzung der Grundwasserqualität erfolgt parameterspezifisch anhand des Ausbreitungsrisikos eines Stoffes. Dies ergibt sich aus der Stoffmobilität und dem Transformationspotenzial eines Stoffes auf der Untergrundpassage (i. W. Abbaubarkeit). Diese Angaben wurden u.a. dem Forschungsvorhaben UBA (2003) „Erfassung und Bewertung von Grundwasserkontaminationen durch punktuelle Schadstoffquellen“ entnommen.

Als Eingangsgröße für die Mischungsrechnung wird eine repräsentative Konzentration der Grundwasserbelastung in einem Teileinzugsgebiet benötigt. Zur Ableitung der Prognosemethode wurden mehrfach an geeigneten Gebieten in den Einzugsgebieten Hüller Bach und Berne sowie am Deinighauser Bach Messungen im Grundwasser und den korrespondierenden Bachabschnitten sowie in einer Grundwasserfassung in Wanne Nord (Dränage an der A 42) Analysen durchgeführt. Die Dränage an der A 42 entspricht in ihrer hydraulischen Funktion ungefähr einem Fließgewässer, das durch Grundwasserzufluss gespeist wird. Auf dem Fließweg zum Bach findet eine Reduzierung der Konzentrationen durch verschiedenste Abbau-, Umwandlungs- und Rückhalteprozesse im Grundwasserleiter und insbesondere in der Uferzone

eines Gewässers statt. Dieses Phänomen ist bei Dränagen nicht zu beobachten, da keine Uferzone existiert, sondern primär die Stoffmobilität, und damit der Abstand zur Schadstoffquelle die Abnahme der Konzentration bedingt.

Vorgehen bei Salzen

Bei leicht löslichen Salzen (Sulfat, Chlorid) und dem korrespondierenden Summenparameter Leitfähigkeit kann der arithmetische Mittelwert der Konzentrationen an den Grundwassermessstellen verwendet werden (Tabelle 5). Da die mittlere Konzentration der Salze auf Grund ihrer hohen Mobilität auch in größeren Teileinzugsgebieten nicht stark schwankt, können die Gebiete auch größer abgegrenzt werden als bei den PAK (24 Teileinzugsgebiete in Abb. 14).

Bei der Berechnung des arithmetischen Mittelwertes sind die Transportwege 2, 3, 4a und 4b relevant.

Vorgehen bei polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (Summe PAK)

Zwischen den Messungen im Grundwasser und in den korrespondierenden Gewässerabschnitten ergibt sich auf Grund der geringen Mobilität und der hohen Rückhaltung der PAK im Grundwasserleiter eine erhebliche (oft mehr als 1000-fache) Konzentrationsverminderung. Dieser Konzentrationsabfall erfolgt im Grundwasserleiter schon nach wenigen Dekametern Fließstrecke, er findet seinen Ausdruck in der geringen Fahnenlänge³ von PAK-Belastungen selbst bei höher durchlässigen Grundwasserleitern, wie der Terrasse des Rheins. In der Regel liegt die Fahnenlänge deutlich unter 250 m. Bei Anwesenheit von Lösungsvermittlern (z.B. BTEX) oder dem leichter löslichen Naphthalin können auch größere Fahnenlängen auftreten. Nach dem Durchgang durch die belebte Uferzone wurden in Messungen nochmals große Konzentrationsabnahmen festgestellt.

³ Unter Fahnenlänge wird die erhebliche Verminderung der Ausgangskonzentration verstanden (auf 1 % und kleiner).

Wegen der Vielzahl von Einflüssen lässt sich kein einheitlicher Reduktionsfaktor für PAK - Belastungen festlegen, mit dem die Konzentrationsverminderung von der Punktquelle bis zum Gewässer beschrieben werden kann. Zur Abschätzung der mittleren Grundwasserbeschaffenheit wurde deshalb mit guter Übereinstimmung der Mittelwert ohne Berücksichtigung der eigentlichen Punktquellen berechnet (Tabelle 5).

Bei der Berechnung des arithmetischen Mittelwertes ist nur der Transportweg 2 relevant. Bei hohen Belastungen auf dem Transportweg 3 sollte eine Einzelfallbetrachtung durchgeführt werden.

Tabelle 5: Ableitung der mittleren Grundwasserbelastung in einem Teileinzugsgebiet für PAK am Beispiel der Dränage A 42

Parameter	Einheit	Modalwert	Median	arithmetischer Mittelwert	Mittelwert aus 6 Analysen der Dränage A 42
PAK ohne Punktbelastungen > 20 µg/l	µg/l	< 0,2: 15 0,2 – 1: 28 1 – 20: 28	0,5	2,4	3,7

Ob eine Punktbelastung durch PAK vorliegt, lässt sich anhand der Häufigkeitsverteilung der Konzentrationswerte ableiten. Es wurde eine „Kappungsgrenze“ definiert, die die Belastungen aus diffusen Quellen von denen aus Punktquellen trennt. Anhand der Kurvensteigung lassen sich Kappungsgrenzen bei 8 µg/l oder auch bei 20 µg/l festlegen (s. Abb. 10).

Als „worst case“ Ansatz für die weitere Bewertung wurde die Kappungsgrenze bei 20 µg/l gewählt. Die Anzahl der Analysen mit Gehalten kleiner 20 µg/l ist in der Regel deutlich größer als die Analysen mit Gehalten größer 20 µg/l aus den Belastungsschwerpunkten. Da erstere durch ihre hohe Zahl den Mittelwert maßgeblich beeinflussen, ergeben sich bei Verschiebung der Kappungsgrenze auf 8 µg/l keine erheblichen Änderungen der mittleren Grundwasserbeschaffenheit (s. Abb. 11).

Eine konservativ gewählte Kappungsgrenze von 20 µg/l führt somit zu Abschätzungen, die Entscheidungen über Regulierungs- bzw. Vorbehandlungsmaßnahmen ermöglichen.

Zur Ermittlung der Frachten ist es bei den PAK sinnvoll, die Teileinzugsgebiete anhand der Belastungsschwerpunkte abzugrenzen, um die Mischungsrechnung durch unbelastete Teilströme nicht zu verzerren. Dadurch ergeben sich kleinere Teileinzugsgebiete als bei der Berechnung der Sulfatfrachten. Ihre Anzahl steigt von 24 Teileinzugsgebieten bei Sulfat (Abb. 14) auf ca. 40 bei den PAK (Abb. 16).

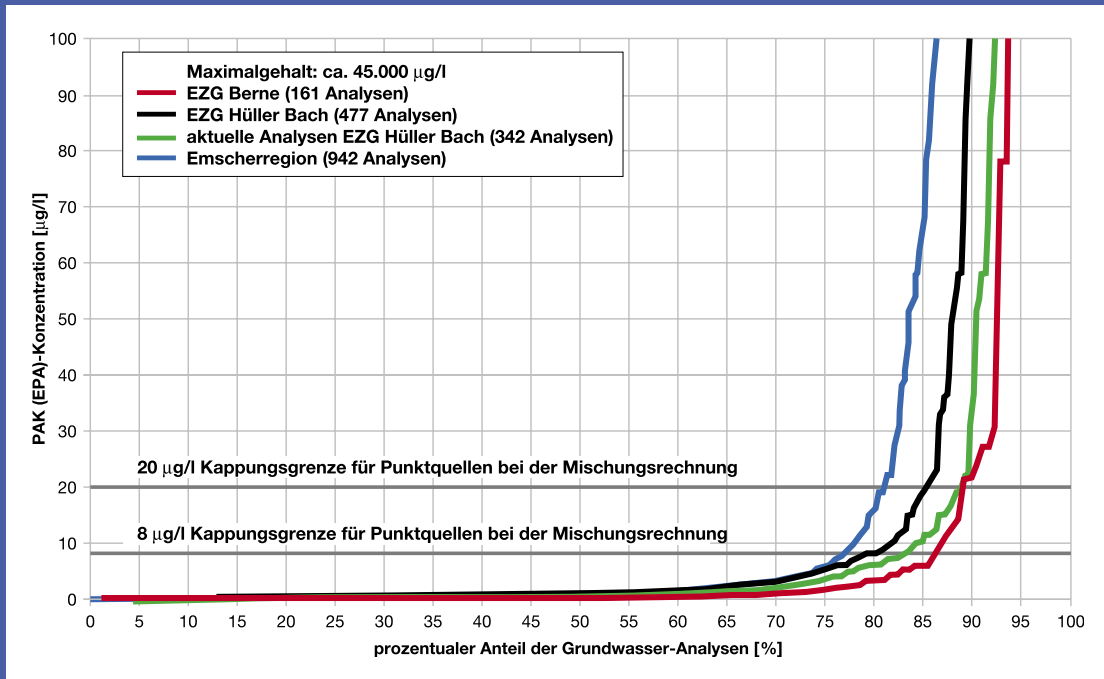


Abb. 10: Verteilung PAK im Einzugsgebiet Hüller Bach und in der Emscherregion mit Kappungsgrenzen von 8 µg/l und 20 µg/l

Vorgehen beim Fehlen von Grundwasseranalysen

Falls keine Grundwasseranalysen vorliegen, können hilfsweise für Gebiete ohne bekannte Punktquellen die anhand der Konzentrationsverteilung ermittelten flächigen Belastungen angesetzt werden (Konzentration beim 50. Perzentil) oder die Gewässerzielwerte. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Verwendung des 50. Perzentil ein worst-case Ansatz ist, da dann die Konzentration im Bach immer über dem Gewässerzielwert liegt. Falls durch ausreichend Analysen PAK-Konzentrationen unter der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden, sollte die halbe Bestimmungsgrenze gewählt werden.

Vorgehen für andere Stoffe

Für die Stoffe gemäß Tabelle 2, außer Sulfat und PAK, liegen in der Regel keine flächigen Belastungen vor, so dass es nicht sinnvoll ist, über alle Teileinzugsgebiete eine mittlere Grundwasserbeschaffenheit zu ermitteln.

Die Auswirkung auf den Bach kann dann in erster Annahme anhand einer Verdünnungsbetrachtung Grundwasser/Oberflächenwasser abgeschätzt werden.

Als Beispiel wurde eine Cyanidbelastung am Ahabach gewählt. Aufgrund der kleinen Fläche des Teileinzugsgebiets ergibt sich nur ein geringer Grundwasserabfluss (1-2 l/s). Bei den vorgefundenen Belastungen im Grundwasser (ca. 10 µg/l) und den Abflüssen im Bach liegen die Belastungen – rechnerisch und analytisch mehrfach überprüft – im Bach unter der Bestimmungsgrenze. Eine Reduzierung der Konzentration beim Durchgang durch die Uferzone ist hier wegen der guten Löslichkeit nicht zu erwarten.

Da die Konzentration eines Stoffes nicht das einzige Kriterium zur Beurteilung der chemischen Gewässerbelastung ist, sollte dies durch eine Frachtbetrachtung für den Bach bzw. im Einzugsgebiet ergänzt werden (Schritte 8 und 9).

Ergebnisse aus Schritt 8

- Abgrenzung von Schwerpunkbelastungen im Grundwasser
- Grundwasserqualität im Teileinzugsgebiet als Grundlage für die Mischungsrechnung im Oberflächengewässer (s. Kap. 2.5.5)
- Erkennen von Datendefiziten (fehlende Grundwasseranalysen)

Beispiele im Schritt 8

Die Tabelle 6 zeigt für 2 Messungen den Zusammenhang zwischen dem arithmetischen Mittelwert in einer Grundwasserfassung (Dränage an der A 42) und den Messstellen im dazugehörigen Teileinzugsgebiet. Bei der 2. Messung erfolgte die Messung nicht in den Einzelsträngen, sondern am Pumpwerk A 42 nach Zusammenfluss der sechs Einzeldrängen.

Tabelle 6: Ableitung der mittleren Grundwasserbelastung in einem Teileinzugsgebiet für Salze am Beispiel der Dränage A 42

Parameter	Einheit	Modalwert / Analysenanzahl	Median	arithmetischer Mittelwert	1. Messung: Mittelwert aus 6 Analysen der Dränagestränge	2. Messung Pumpwerk A 42
Lfg	µS/cm	<1.000: 13 1.000 – 2.500: 51 2.500 – 4.000: 22 > 4.000: 7	1.810	2.057	2.014	2070
Cl	mg/l	<100: 57 100 – 250: 30 250 – 500: 5 > 500: 3	79	121	131	99,6
SO4	mg/l	<100: 16 100 – 500: 40 500 – 1.000: 21 > 1.000: 18	387	541	500	539

Die Abb. 11 zeigt beispielhaft für den Ahabach den Vergleich der abgeschätzten grundwasserbürtigen Konzentration, wie sie sich bei einer wie oben beschriebenen Frachtberechnung ergeben würde, und die tatsächlich im Bach gemessenen Konzentrationen zu zwei Zeitpunkten. Es wurden Analysen aus 5 Teileinzugsgebieten am Ahabach ausgewertet. Die Anzahl der Analysen schwankt zwischen 0 und 19 Analysen je Teileinzugsgebiet. Die Konzentrationen liegen zwischen $<$ Bestimmungsgrenze und $36 \mu\text{g/l}$, davon waren sieben Analysen $> 8 \mu\text{g/l}$ und 2 Analysen $> 20 \mu\text{g/l}$.

Die nach dem oben beschriebenen Verfahren abgeschätzte Konzentration im Grundwasser liegt über den gemessenen Konzentrationen im Bach und somit auf der sicheren Seite.

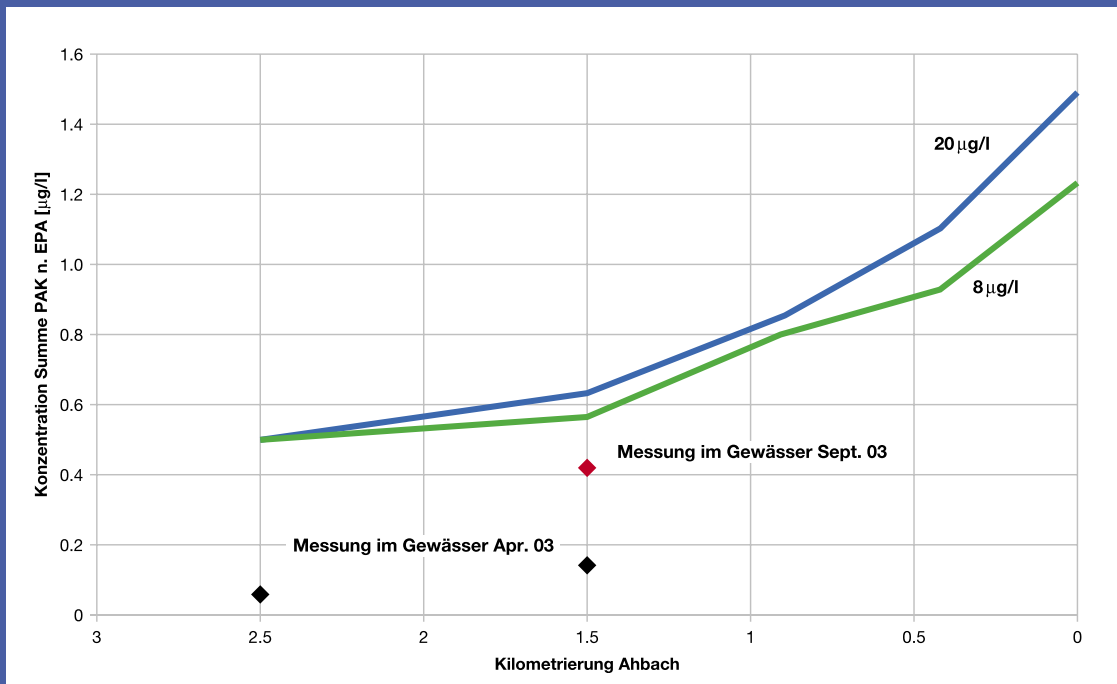


Abb. 11: Vergleich der PAK - Konzentrationen aus der Mischungsrechnung mit den Messungen im Ahabach bei Kappungsgrenzen von $8 \mu\text{g/l}$ und $20 \mu\text{g/l}$

2.5.5 Schritt 9: Ermittlung der Frachten aus Teileinzugsgebieten und Mischungsrechnung

Ziele des Schrittes 9

- Bewertungsgrundlage für Entscheidungen zur Umleitung von Fremdwasser in die Gewässer
- Frachtberechnungen für Teileinzugsgebiete
- Grundlagen für vereinfachte Mischungsrechnung (ohne Berücksichtigung des Stoffabbaus im Gewässer)

Benötigte Daten im Schritt 9

- Grundwasserqualität im Teileinzugsgebiet (Schritt 8, Kap. 2.5.4)
- Abgrenzung und Bilanzierung der Teileinzugsgebiete (Schritt 3, Kap. 2.3)
- Hydrologischer Längsschnitt (Schritt 4, Kap. 2.4)

Methoden und Vorgehen im Schritt 9

Anhand der gemessenen Konzentrationen und der Grundwasserbilanzmenge kann für jedes Teileinzugsgebiet die Fracht ermittelt werden. Hierzu wird die Grundwasserqualität (aus Schritt 8) mit den Grundwasserfließmengen (aus Schritt 3 oder 4) multipliziert. Für die Oberflächengewässer werden die Ergebnisse auf Basis des hydrologischen Längsschnitts als Konzentrations- und Frachtverlauf dargestellt (s. Beispiele Abb. 12 und Abb. 13).

Ergebnisse aus Schritt 9

- Veränderungen der Konzentrationen und Frachten im Gewässer bei zusätzlicher Einleitung des zurzeit im Kanal abgeleiteten Grundwassers (potenzieller Grundwasserzufluss)
- Anteile der Frachten aus Teileinzugsgebieten an der Gesamtfracht im Einzugsgebiet

Beispiele im Schritt 9

Sulfatkonzentration und -frachten

In Abb. 12 sind mit der violetten Linie – bezogen auf MNQ – die Sulfatkonzentrationen im Hüller Bach dargestellt, wie sie sich bei ausschließlich natürlichem Grundwasserzufluss ergeben würden (Abfluss ca. 120 l/s an der Mündung, s. Abb. 5). Die blaue Linie zeigt die Veränderung der Sulfatkonzentration im Bach als Prognose-Zustand⁴, wenn der potenzielle Grundwasserabfluss nach der Umgestaltung vollständig dem Bach zugeleitet würde. Der MNQ würde damit auf ca. 280 l/s an der Mündung steigen (Abb. 5). Die Sulfatkonzentration würde dann auf ca. 320 mg/l ansteigen.

Da die flächige Sulfatkonzentration bei 250 mg/l liegt, pendelt auch die Konzentrationsganglinie bei Berücksichtigung des direkten Grundwasserzuflusses um 250 mg/l. Es zeigt sich, dass der vorgeschlagene Gewässerzielwert gemäß NRW-Leitfaden von 200 mg/l durchgehend überschritten wird.

In Abb. 13 sind die berechneten Frachten für Sulfat aus dem Grundwasser für den direkten und potenziellen Grundwasserzufluss dargestellt.

⁴ Unter Prognose-Zustand wird der Bach nach der Umgestaltung bei Einleitung des potenziellen Grundwasserabflusses, d.h. inkl. des aktuellen grundwasserbürtigen Fremdwasseranteils, verstanden.

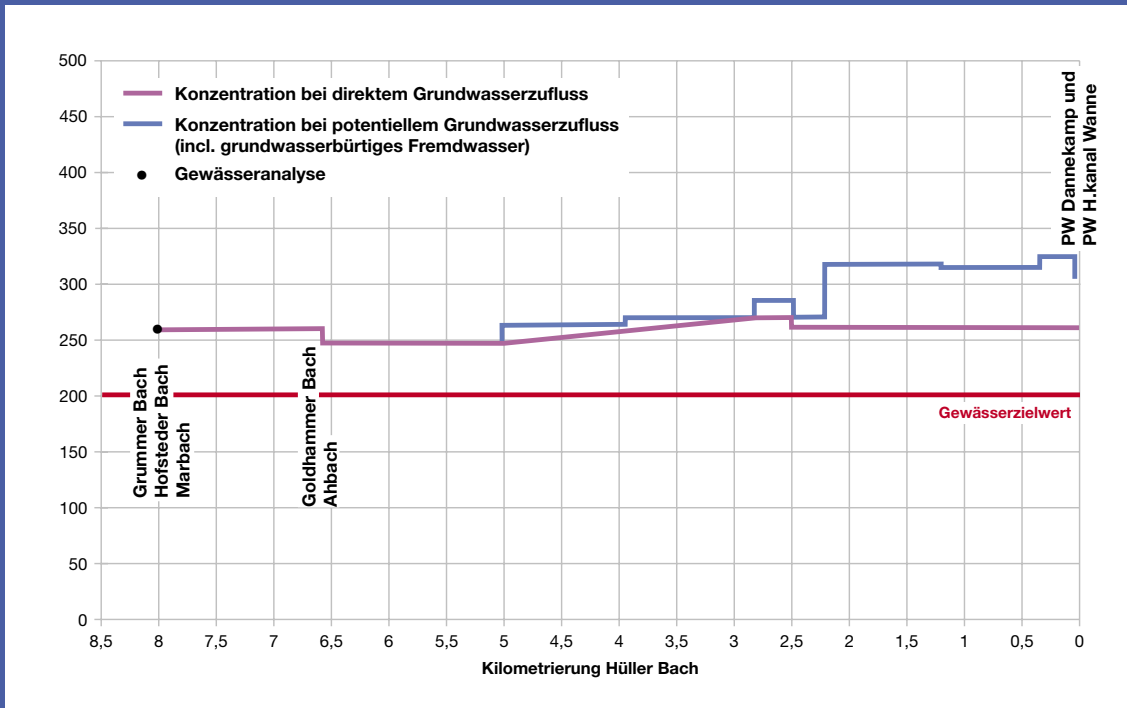


Abb. 12: Sulfat-Konzentration im Hüller Bach bei direktem und potenziellem Grundwasserzufluss

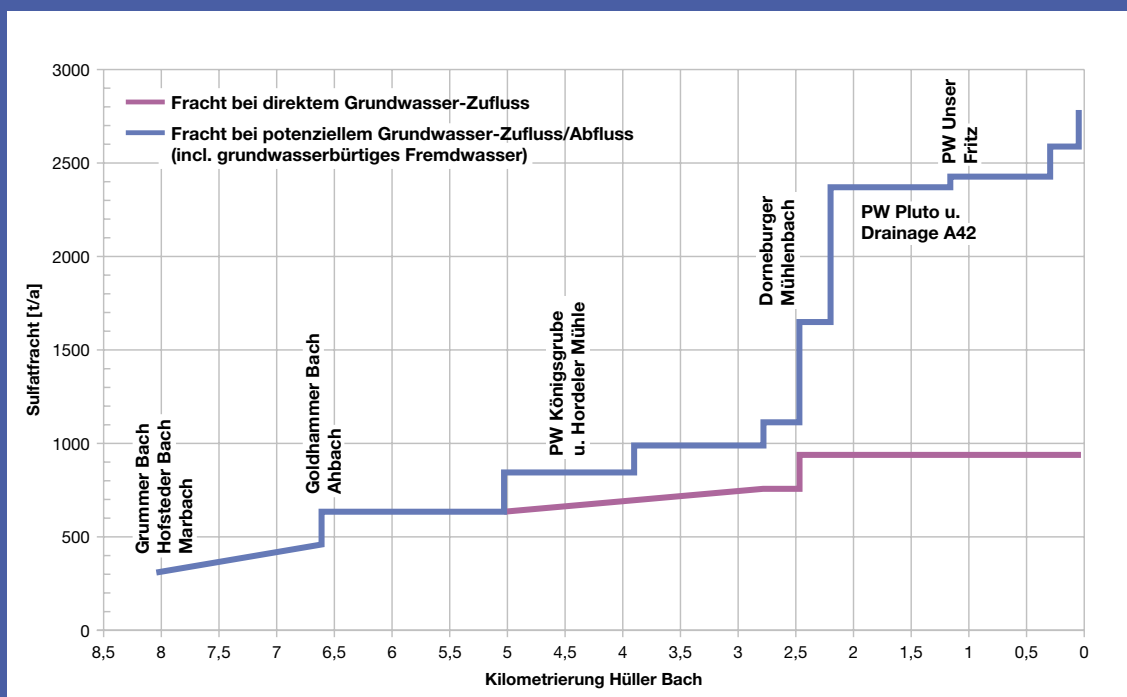


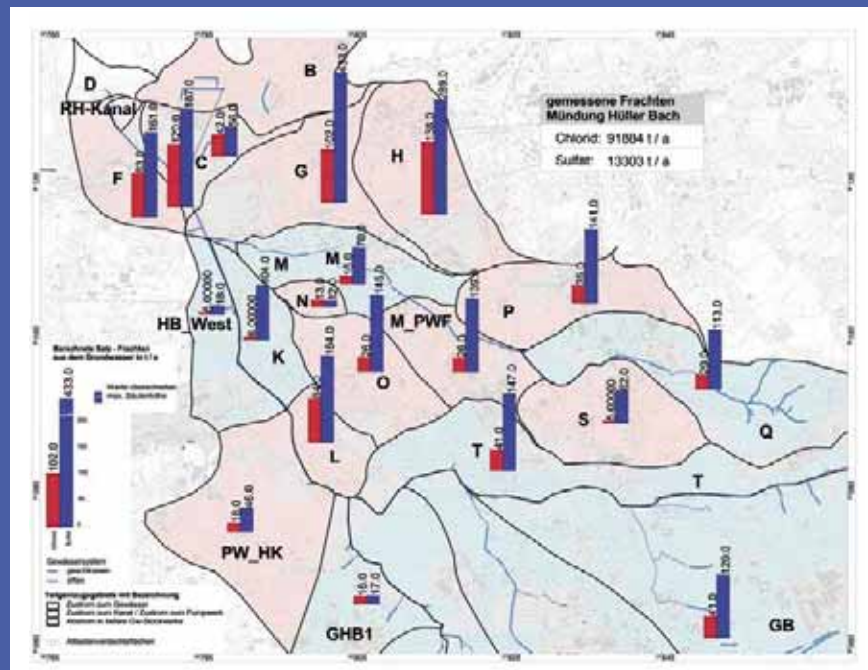
Abb. 13: Sulfat-Frachten im Hüller Bach bei direktem und potenziellem Grundwasserzufluss

Die Verteilung der Sulfatfrachten zeigt Abb. 14. Es wird unterschieden zwischen den blauen Teileinzugsgebieten, die im Ist-Zustand in die Fließgewässer entwässern (direkter Grundwasserzufluss) und den direkten Grundwasserzufluss zum Bach speisen, und den roten Teilein-

zugsgebieten, in denen das gefasste Grundwasser derzeit noch über die Kanalisation abfließt und den grundwasserbürtigen Fremdwasseranteil im Kanal bildet (potenzieller Grundwasserzufluss).

Abb. 14:
Sulfat- und Chloridfrachten
aus den Teileinzugsgebieten
des Hüller Bachs.

Rot = Kanalnetz als Vorfluter,
blau = Gewässer als Vorfluter
(Ausschnitt Wanne Nord)



Der zurzeit über das Grundwasser eingetragene Anteil an Sulfat liegt gemäß Abb. 13 bei ca. 950 t/a (gemessen werden z.Z. 13.303 t/a; Abb. 14: Sulfat- und Chloridfrachten aus den Teileinzugsgebieten des Hüller Bachs. Rot = Kanalnetz als Vorfluter, blau = Gewässer als Vorfluter (Ausschnitt Wanne Nord). Falls das gesamte, derzeit über das anthropogene Entwässerungssystem gefasste Grundwasser ebenfalls über den Hüller Bach abfließen würde (280 l/s mit 320 mg/l statt derzeit ca. 120 l/s mit 250 mg/l), wäre eine Fracht von ca. 2.800 t/a zu erwarten.

PAK-Konzentration und PAK-Frachten

Die PAK-Konzentration liegt bis km 2,3 durchgehend bei ca. 1 µg/l. Ursache ist die diffuse PAK-Belastung in den Teileinzugsgebieten. Bei Einleitung des bisher im Kanal abgeleiteten Grundwassers würde sie auf ca. 2 µg/l ansteigen, da im Polder Wanne-Nord eine höhere PAK-Belastung im Grundwasser vorliegt. In Abb. 15 sind die berechneten Grundwasserfrachten für die Summe PAK für den Hüller Bach dargestellt.

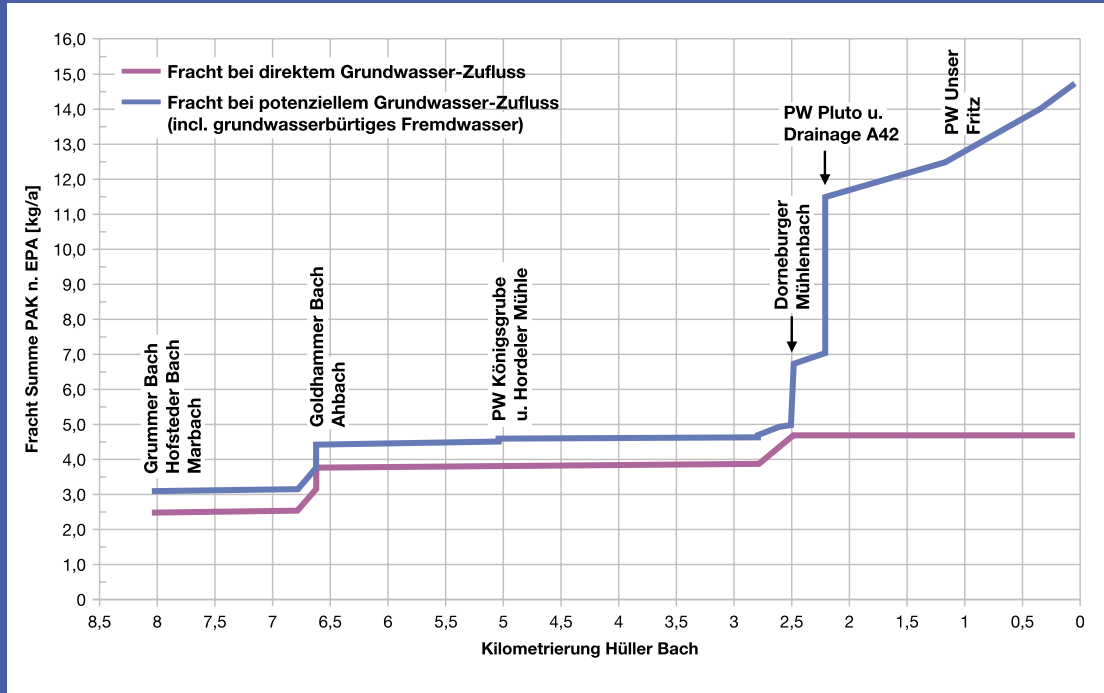


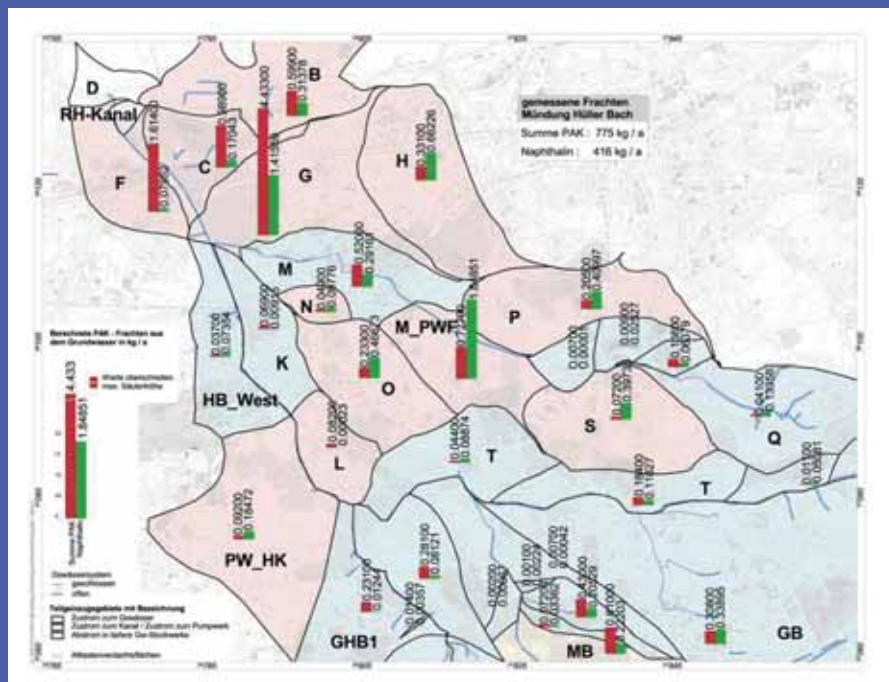
Abb. 15: PAK-Fracht im Hüller Bach bei direktem und potenziellem Grundwasserzufluss

Die Verteilung der PAK-Frachten im gesamten Einzugsgebiet zeigt Abb. 16. Es wird unterschieden zwischen den blauen Teileinzugsgebieten, die im Ist-Zustand in die Fließgewässer entwässern und den direkten Grundwasserzufluss darstellen, und den roten Teileinzugsgebieten, die das anthropogene Entwässerungssystem zum Vorfluter haben und den grundwasserbürtigen Fremd-wasseranteil liefern (potenzieller Grundwasserzufluss).

Der über den direkten Grundwasserzufluss in den Bach eingetragene Anteil an PAK liegt bei ca. 4,6 kg/a; davon sind ca. 3 kg Naphthalin (Abb. 15). Bei Einleitung aller, derzeit noch über die Kanalisation abfließenden Grundwassermengen (= potenzieller Grundwasserabfluss) wäre eine grundwasserbürtige Fracht von ca. 15 kg PAK/a im umgestalteten Bach zu erwarten (Abb. 15).

Abb. 16:
PAK- und Naphthalinfrachten
aus den Teileinzugsgebieten
des Hüller Bachs.

Rot = Kanalnetz als Vorfluter,
blau = Gewässer als Vorfluter
(Ausschnitt Wanne Nord)



2.5.6 Schritt 10: Gesamtbilanz

Ziele des Schrittes 10

- Ermittlung der Frachten, die im Ist-Zustand über das Grundwasser und die Kanalisation in den Bach gelangen
- Frachtbilanz nach Umgestaltung des Baches (Prognose-Zustand)

Benötigte Daten im Schritt 10

- Abfluss im Bach: Der mittlere Abfluss an der Mündung des Hüller Baches liegt bei rund 2 m³/s. Dieser Gesamtabfluss setzt sich zu ca. 50 % aus Schmutzwasser, 25 % aus Abflussanteilen mit einer Bodenpassage (Interflow, Grundwasserzufluss) und weiteren 25 % aus Regenwasser zusammen. Nach der Entflechtung wird das Schmutzwasser im Abwasserkanal abgeleitet. Grundwassereinleitungen sollen soweit möglich vom Abwassersystem getrennt und in den Bach eingeleitet werden. Regenwasser soll in der Fläche zurückgehalten werden. Die anderen Abflussanteile werden weiterhin dem Bach zufließen.
- Grundwasserzufluss zum Bach: Im Einzugsgebiet des Hüller Baches beträgt der mittlere Grundwasserabfluss ca. 280 l/s (Näherungsweise MNQ des Baches). Davon fließen im Ist-Zustand ca. 120 l/s direkt den Oberflächengewässern zu, 160 l/s gelangen über die Kanalnetze in den Bach (Abb. 5).
- Stoffkonzentration im Bachwasser: Für 19 Stellen im Einzugsgebiet der Emscher – auch an der Mündung des Hüller Baches – wird die chemische Qualität durch monatliche Messungen erhoben (Emscher PLUS-Programm des StUA Herten, 2003). Daraus wurde für den Ist-Zustand eine PAK-Konzentration von 12,3 µg/l als Mittelwert der 50. Perzentile der Jahre 2001 – 2003 ermittelt.
- Frachten im Grundwasser: Die PAK-Frachten aus dem Grundwasser wurden in Kap. 2.5.5, Schritt 9 ermittelt.

Methoden und Vorgehen im Schritt 10

Ist-Zustand

Die grundwasserbürtigen Frachten werden anhand der Einzeldaten für die Teileinzugsgebiete aufsummiert. Der Anteil aus dem Abwassersystem ergibt sich aus der Differenz der Gesamtfracht an der Mündung und der grundwasserbürtigen Fracht. Ggf. können noch besondere Punktquellen identifiziert werden. Damit ist die Verteilung auf die Emittenten bestimmt.

Prognose

In der Prognose ist die Behandlung besonderer Punktquellen zu prüfen, der Grundwasserzustrom ist bekannt und der Abschlag aus den verteilten Quellen im Kanalnetz ist zu beurteilen. Die Abschläge aus der Regenwasserbehandlung können mit einer Schmutzfrachtberechnung ermittelt werden.

Von den im Kanalsystem gesammelten Abflüssen werden die nicht klärpflichtigen Anteile im Regenwetterfall ins Gewässer entlastet. Die Volumenanteile liegen in der Größenordnung von ca. 30 % des Regenwetterabflusses. Eine Beispielrechnung im Gebiet des Hüller Baches ergibt, dass von den mitgeführten Frachten einer flächig im System vorhandenen PAK-Belastung ca. 2 % in den Bach abgeschlagen werden. Je nach betrachtetem Stoff muss sichergestellt sein, dass in den Schmutzfrachtberechnungen die richtigen Parameter für Mischung und Absetzwirkung gewählt sind. Die Größenordnung der Frachtentlastung dürfte für erste Abschätzungen auf andere Gebiete übertragbar sein, sollte jedoch spezifisch ermittelt werden.

Ergebnisse aus Schritt 10

- Bilanz der Gesamtfrachten im Einzugsgebiet
- Ableitung von Handlungsschwerpunkten zur Reduzierung von Frachten (Grundwasser/Abwasser)
- Grundlage für Kosten-/Nutzen-Überlegungen

Beispiele im Schritt 10

Zur Bewertung können die grundwasserbürtigen Frachten und die Frachten aus Direkt- und Indirekteinleitungen ins Verhältnis gesetzt werden. In Abb. 17 werden die PAK-Frachten für den Ist-Zustand und die Prognose den einzelnen Teilströmen zugeordnet.

Ist-Zustand

Von 100 % (775 kg/a) der im Ist-Zustand an der Mündung des Hüller Bachs ermittelten PAK-Fracht kommen ca. 15 kg/a (rund 2 %) als diffuse Belastung aus dem Grundwasser über direkten Zufluss zum Bach und aus der Einleitung in das Abwassersystem. Der überwiegende Teil von 775 kg/a (rund 98 %) stammt aus direkten oder indirekten Einleitungen von belasteten Dränagewässern aus Punktquellen in das Abwassersystem.

Prognose

Nach der Entflechtung von Rein- und Schmutzwasser wird im Trockenwetterfall zukünftig das Schmutzwasser

über den Kanal der Kläranlage zugeführt. Das Reinwasser (Quellwasser, Grundwasser, sauberes Regenwasser) wird im Bach abgeleitet. In Folge größerer Niederschlagsereignisse werden Anteile des Mischwassers im Kanal, stark verdünnt über Entlastungsbauwerke dem Bach zugeführt.

Von der Jahresfracht des Mischwassers in Höhe von 775 kg/a wird zukünftig ein Anteil von ca. 743 kg/a zur Kläranlage abgeleitet oder auch teilweise getrennt behandelt. Entsprechend werden über die Mischwasserentlastungen ca. 17 kg/a (rund 2 %) in den Bach gelangen. Weiterhin fließt auch nach der Entflechtung der natürliche direkte Grundwasserzufluss dem Hüller Bach mit einer Fracht von rund 5 kg/a (s. Abb. 15) zu. Bei Abtrennung des gesamten grundwasserbürtigen Fremdwasseranteils vom Abwassersystem ohne hochbelastete Punktquellen und Einleitung in den Hüller Bach ist eine zusätzliche PAK-Fracht von ca. 10 kg/a zu erwarten. Die heutige Gesamtfracht im Bach von 775 kg/a wird also deutlich vermindert auf ca. 4 % (ca. 17 kg/a aus den Entlastungen und ca. 15 kg/a aus dem Grundwasser, s. Abb. 17).

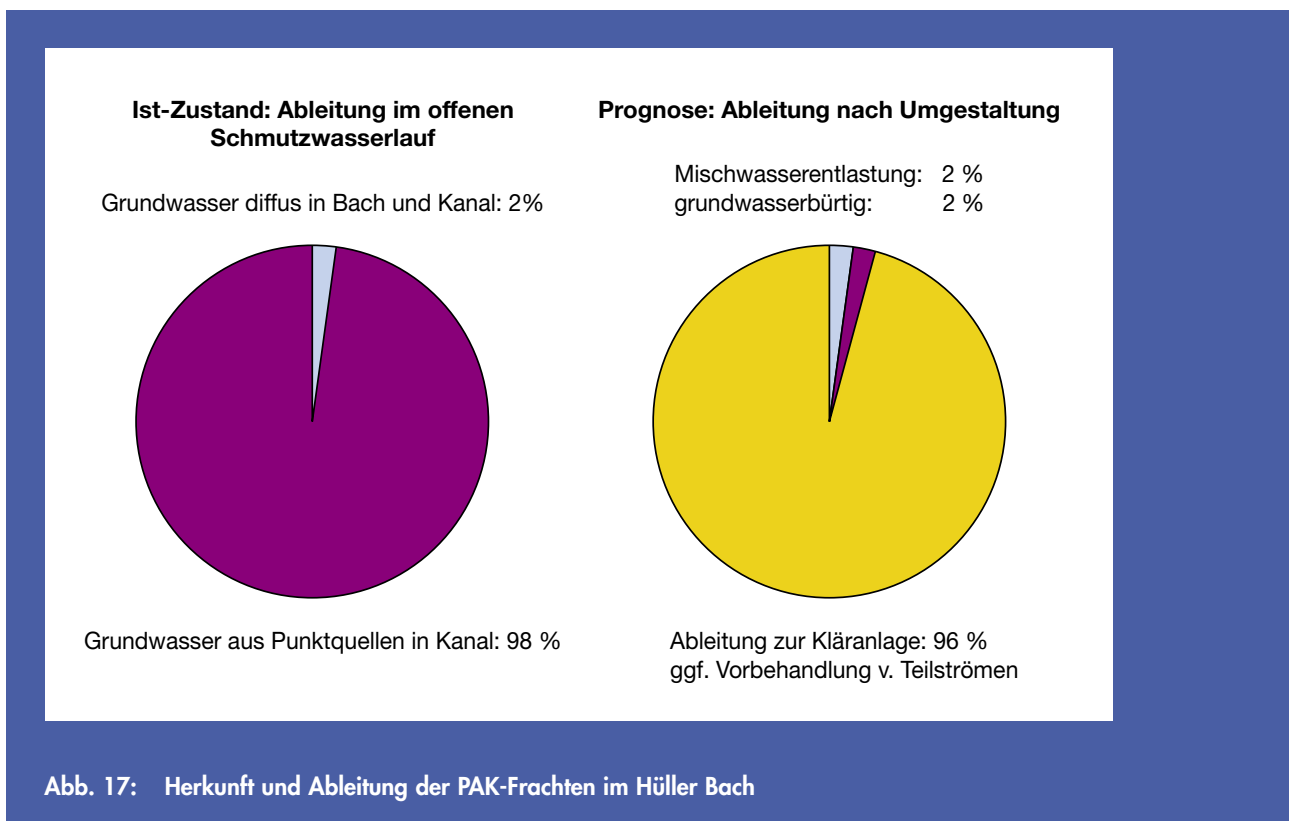


Abb. 17: Herkunft und Ableitung der PAK-Frachten im Hüller Bach





3. Lösungsbeispiele zur integrierten Grund- und Regenwasserbewirtschaftung

3.1 Identifizierung von Konfliktbereichen bei Grundwasseranstieg

Im folgenden Kapitel werden Lösungsmöglichkeiten zur integrierten Grund- und Regenwasserbewirtschaftung aufgezeigt. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf den Poldergebieten, die mit rund 40 % einen großen Anteil des Emschergebietes einnehmen. Die für Poldergebiete entwickelten Bewirtschaftungsmaßnahmen können mit leichten Abwandlungen auch auf Gebiete übertragen werden, deren Abflüsse nicht über Pumpwerke an die Vorfluter angeschlossen sind.

Die Beseitigung dränierender Elemente (z.B. undichte Kanäle) bewirkt einen Anstieg des Grundwasserstandes. Ziel ist es, die Bereiche zu identifizieren, in denen sich hierdurch Konflikte ergeben. Außer Acht bleiben Flächen, in denen der Grundwasserstand bereits heute hoch ist. Die Vorgehensweise zur Abgrenzung der Konfliktbereiche wurde bereits in Kapitel 2.1 beschrieben. Tabelle 7 gibt an, welche Informationen im Vorfeld erhoben bzw. ermittelt und im Hinblick auf ihre Weiterverarbeitung in einem Geografischen Informationssystem (GIS) abgelegt werden sollten.

Tabelle 7: Erforderliche Grundlagen für die Ermittlung von Konfliktbereichen bei Grundwasseranstieg

Thema	Daten-, Informationsquellen
Oberirdische Gebietsabgrenzungen	Digitales Geländemodell, Gewässerstationierungskarte, Generalentwässerungspläne, hydrologisches Gebietsmodell
Unterirdische Gebietsabgrenzungen	Grundwassergleichenpläne, hydrogeologische Analyse (Kap. 2.1)
Oberirdisches Gewässersystem	Lage aus Gewässerstationierungskarte; Abflüsse aus hydrologischem Gebietsmodell oder Messungen; charakteristische Wasserspiegellagen aus Spiegellinienberechnung; stoffliche Belastungen aus Messungen
Unterirdisches Entwässerungssystem	Kanaldaten aus Kanaldatenbanken der Kommunen; Daten der Dränagen aus Recherchen; stoffliche Belastungen aus Messungen; Dränwirkung der Kanalisation aus Fremdwassermessungen
Grundwasser	Flurabstand aus Grundwassergleichen, Wasserstandsmessungen oder Grundwasserströmungsmodellierung; stoffliche Belastungen aus Messungen (Kap. 2.1 - 2.4)

Hierzu folgende Hinweise:

Erfassung des unterirdischen Entwässerungssystems

Informationen über die Kanalisation können in der Regel Kanaldatenbanken entnommen werden. Die Verschneidung der Kanalhöhen mit dem Grundwasserstand und ein Abgleich mit den Schadensbildern aus der Kanaldatenbank ergibt eine erste Übersicht der potenziell dränierenden Kanäle. Die Erhebung der dränierenden Elemente ist aufwändiger, da sie bei unterschiedlichen Trägern (Industrie, Verkehr etc.) erfragt werden müssen. Um unbekannte Drainageleitungen aufzuspüren, bietet sich ein Verschneiden der Informationen „Geländehöhe“, „Flächennutzungen (insbesondere Bebauung und Verkehrswege)“ und „Grundwasserflurabstand“ an. Denn überall dort, wo der Grundwasserstand z.B. die Keller-sole einer Bebauung oder die Bettung eines Verkehrsweges erreicht, ist davon auszugehen, dass Dränagen vorhanden sind.

Fremdwassermessungen

Aus Fremdwassermessungen kann der Anteil des Grundwassers am Kanalabfluss ermittelt werden. Damit lassen sich undichte Kanalstränge lokalisieren und die Wassermengen zur Kalibrierung des Grundwasserströmungsmodells ermitteln. Das Messprogramm muss so konzipiert sein, dass es einerseits mit vertretbarem Aufwand durchführbar ist, andererseits Kanalstrecken mit signifikantem Grundwasserzustrom zweifelsfrei identifiziert werden können.

Wirtschaftlich ist folgende Vorgehensweise:

- Ermittlung der relevanten Kanalnetzbereiche durch Verschneidung der Informationen „Sohle Kanalsystem“ und „Grundwasserstand“
- In den relevanten Kanalnetzbereichen: Anordnung von Fremdwassermessstellen in den Hauptsträngen der Kanalisation, bei Poldergebieten an den Pumpwerk-zuläufen (Voraussetzung: kein Rückstau vor dem Pumpwerk).
- Abgleich mit den Ergebnissen des Grundwasserströmungsmodells
- Detaillierung des Fremdwassermessstellennetzes auf Grundlage der ersten Fremdwassermessungen

Fremdwassermessungen können auf folgende Weisen konzipiert und ausgewertet werden:

- 1.: Messung des Nachtabflusses im Kanal (Stichtagsmessungen) nach mindestens zwei Trockenwettertagen; Korrektur der Messdaten um den Schmutzwasseranteil.
- 2.: Kontinuierliche Messung und Bilanzierung von Tagesabflüssen nach mindestens zwei Trockenwettertagen (oder Bilanzierung von Jahresabflüssen) und Abzug der Schmutzwassermengen, die aus dem Wasserverbrauch der angeschlossenen Einwohner/Betriebe ermittelt werden. Zu prüfen ist jeweils, ob es einen Jahressgang gibt und wie dieser interpretiert werden muss. Weitere Hinweise geben Fuchs et al. (2003).

Baulicher Zustand der Kanalisation und der Grundleitungen/Hausanschlussleitungen

Der bauliche Zustand der Kanalisation lässt Rückschlüsse auf eine mögliche Dränwirkung zu. Er ist allerdings kein alleiniges Zeichen, da die Dränwirkung häufig auch von den an die Kanalisation angeschlossenen Leitungen ausgeht (undichte Hausanschlussleitungen, undichte Grundleitungen, Hausdränagen). Eine Differenzierung nach Hausdränagen und defekten Grundleitungen/Hausanschlussleitungen ist für lokale Maßnahmenplanungen wichtig. Im Rahmen konzeptioneller Studien ist es ausreichend, dem Kanalstrang eine Dränagefunktion zuzuweisen.

3.2 Besonderheiten der Poldergebiete: Grundwasserbewirtschaftung

Üblicherweise fließt das Grundwasser mit natürlichem Gefälle einem Oberflächengewässer zu. In den Poldern liegt dieses jedoch in einer Höhenlage, die eine freie Grundwasservorflut verhindert, oder das Gewässer hat kein Gefälle, so dass Pumpwerke zur Hebung erforderlich sind.

Der Grundwasserflurabstand ist in großen Teilen der Polder des Emschergebietes gering. Der Grundwasserstand wird durch die tiefliegenden Fließgewässer, Dränagen, das Kanalsystem und Pumpwerke reguliert. In Poldergebieten wie z. B. Herne Wanne-Nord fließen ca. 90 % des Grundwassers über das Abwassersystem ab.

Wenn das Grundwasser wie bisher über den Abwasserkanal gefasst und abgeleitet wird, so ergeben sich durch die Behandlung dieser Abflussanteile im Rahmen von Ableitung, Regenwasserbehandlung und durch die Behandlung auf der Kläranlage deutliche Nachteile. Nach der Trennung von Abwasser und Reinwasser und nach Einhaltung der Regeln der Technik im Abwassersystem muss eine neue Fassung und Ableitung des Grundwassers gefunden werden. Der Abfluss dieses gefassten Grundwassers als Fremdwasser in Abwasserkanälen muss reduziert werden, da hiermit insbesondere folgende Nachteile verbunden sind:

- Die Förderung des Fremdwassers erfordert erhöhte Pumpkosten.
- Die Volumina der Regenwasserbehandlungsanlagen sowie der Kläranlagen müssen größer ausgelegt werden als eigentlich erforderlich.
- Der Kläranlagenzufluss wird verdünnt und abgekühlt, so dass die Reinigungsleistung sinkt.

Die Anforderungen für die Regulierung des Grundwasserstandes sind damit auf folgende Schwerpunkte konzentriert:

- Im Zusammenhang mit der Trennung der Rein- und Abwasserströme müssen vor allem in den Poldergebieten Fassungs- und Ableitungssysteme für das Grundwasser neu konzipiert und gebaut werden. Ziel dabei ist, dass das Grundwasser soweit wie möglich vom Abwassersystem getrennt wird. Diese gezielte Grundwasserbewirtschaftung eröffnet auch neue Wege und Synergieeffekte hinsichtlich der Regenwasserbewirtschaftung (gemeinsame Ableitungssysteme mit dem Regenwasser, Versickerung in sonst nicht geeigneten Gebieten).
- Das Grundwasser muss in verträglicher Weise den Bächen zugeführt werden. Pumpwerke müssen im Bereich des Trockenwetterabflusses auf einen kontinuierlichen Abfluss hin dimensioniert werden. Die bisher übliche Vorgehensweise mit intervallartigem Zustrom ist nicht gewässerverträglich und nur noch bei Regenwetter tolerierbar.
- Der Umgang mit gering belastetem Grundwasser muss geklärt werden (vgl. Kapitel 2.2).

3.3 Besonderheiten der Poldergebiete: Regenwasserbewirtschaftung

Unabhängig von der Polderlage ist im verdichteten Ballungsraum der Emscher eine dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung anzustreben. Die Dämpfung der urbanen Spitzenabflüsse ist aus wasserwirtschaftlicher, ökologischer und stadtplanerischer Sicht eine Grundforderung. Die Emschergenossenschaft hat sich das Ziel gesetzt, zusammen mit den Genossen und mit Unterstützung der Behörden 15 % des Regenwasserabflusses in den nächsten 15 Jahren von der Kanalisation fernzuhalten und über die naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, wie z. B. die Versickerung, den zukünftig umgestalteten Bächen zukommen zu lassen.

Eine verbesserte Regenwasserbewirtschaftung kann grundsätzlich erfolgen durch

- ein Trennsystem mit oder ohne Retentionsmaßnahmen, sowie
- naturnahe, dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsmethoden und die gedämpfte Ableitung.

Die Realisierung von Trennsystemen ist üblicherweise im Bestand des Emschereinzugsgebietes nur selten und

nur bei genereller Umstrukturierung denkbar. Bei Poldergebieten ist für Trennsysteme die Anordnung eines gesonderten Pumpwerkes unerlässlich; in diesem Fall ist auch der Anschluss praktischer beliebiger Grundwassermengen aus Dränagen möglich, da die Regenwasserspitzen für die Bemessung der Pumpleistung um den Faktor 100 höher liegen als die Abflüsse aus Dränagen.

Von den verschiedenen Methoden der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung hat insbesondere die Versickerung eine Auswirkung auf den Grundwasserstand. Sie kann, ebenso wie die Abdichtung der Abwasserkanalisation, einen Grundwasseranstieg bewirken (vgl. Abb. 1). Daher muss die Versickerung auf die Grundwasserhältnisse abgestimmt werden. In Poldergebieten sind geringe Flurabstände und ein erhöhter Fremdwasserabfluss als besondere Randbedingungen zu beachten. Zur großräumigen Prognose der Wechselwirkungen zwischen Grundwasser- und Regenwasserbewirtschaftung ist deshalb in der Regel ein Grundwasserströmungsmodell erforderlich. Die Möglichkeiten zur Regenwasserversickerung lassen sich in drei verschiedene Szenarien gliedern (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Szenarien der Regenwasserversickerung

Szenario	Grundwasserstand	Maßnahmen	Bemerkungen
1	hoch	Versickerung nur in Abstimmung mit vorhandener Grundwasserbewirtschaftung bei ausreichender Dränung und Begrenzung des GW-Anstiegs	Bei Umstrukturierung auch Möglichkeit zum Trennsystem analysieren
2	mittel	Versickerung bei ausreichend vorhandener Dränung und Nachweis unschädlicher GW-Anstieg	Nachweis der Dränung und ggf. Steuerung dränierender Elemente im System
3	niedrig	Versickerung	Keine Maßnahmen erforderlich

Im Falle von Altlasten muss eine Einzelfallprüfung vorgenommen werden, da die Gefahr besteht, dass

Schadstoffe bei der Bodenpassage des Regenwassers in Lösung gehen.

3.4 Maßnahmenbeispiele: Systematisierung der Grundwasserstandsregulierungsmaßnahmen

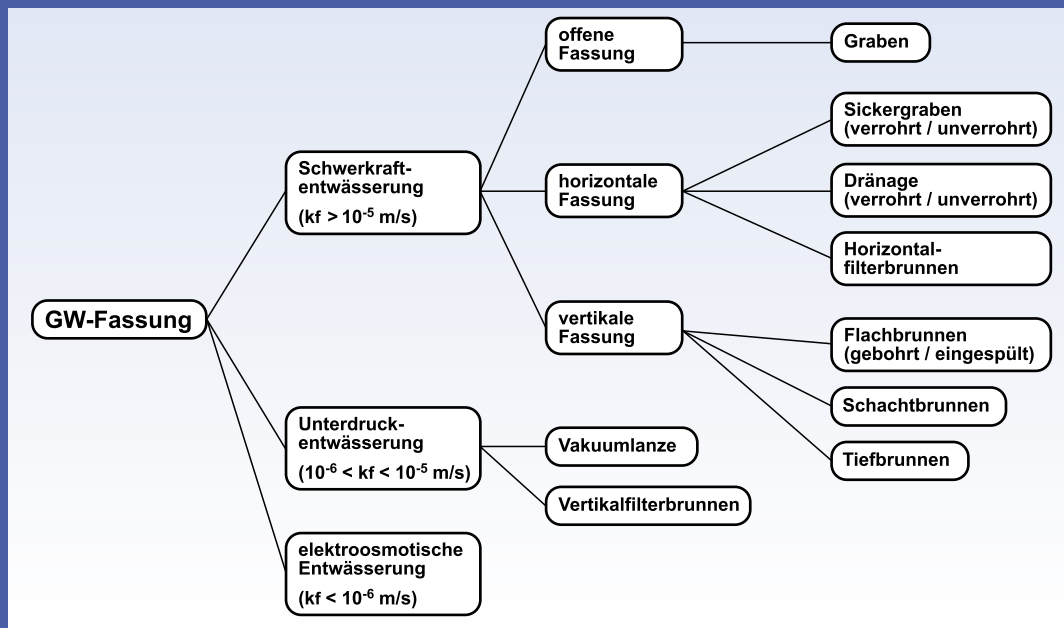
Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Bewirtschaftung des Grundwassers im jeweiligen Problemgebiet die wirtschaftlichste Handlungsalternative darstellt. Den Kosten der jeweiligen Handlungsalternative muss deshalb vorab der Nutzen, d.h. der vermiedene Schaden gegenübergestellt werden (Schäden an Bauwerken, Anlagen, Vermögensgegenständen, temporäre oder dauerhafte Nutzungseinschränkung, Produktionsausfall etc.).

Auch ist festzuhalten, dass bei einer integrierten Bewirtschaftung von Grund- und Regenwasser die Schadensfreiheit höchste Priorität genießt – insbesondere gilt das Verschlechterungsverbot. Daher befassen sich die folgenden Kapitel ausschließlich mit Maßnahmen der Grundwasserbewirtschaftung, wobei die Eignung im Hinblick auf eine Kombination mit der Regenwasserbewirtschaftung beachtet wird. Detaillierte Ausführungen zu Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung sind u. a. Geiger und Dreiseitl (1995) sowie der ATV-A 138 (2002) zu entnehmen. Ein geeignetes System für eine integrierte Bewirtschaftung von Grund- und Regenwasser wird beispielhaft in Kapitel 3.11 aufgezeigt.

Systematisierung der Grundwasserstandsregulierungsmaßnahmen

Bei der **Fassung von Grundwasser** ist der Durchlässigkeitsbeiwert k_f entscheidend für die Auswahl des geeigneten Verfahrens (Abb. 18). Während bei vorwiegend sandig-kiesigem Grundwasserleiter die Schwerkraftentwässerung ausreicht, sind mit zunehmendem Gehalt an Feinkorn die technisch aufwändigeren Verfahren der Vakuumentwässerung oder sogar die elektroosmotische Entwässerung erforderlich. Primäres Ziel der in vorliegender Arbeitshilfe dargestellten Grundwasserfassungen ist es, dem Grundwasseranstieg entgegenzuwirken, der z.B. die Folge der Abdichtung von Abwasserkanälen ist. Undichte Abwasserkanäle und Dränagen besitzen nur in vorwiegend sandig-kiesigen Grundwasserleiter eine signifikante dränende Wirkung. Aus diesem Grund kann sich die Betrachtung auf die Verfahren der Schwerkraftentwässerung beschränken.

Abb. 18:
Systematisierung der
Verfahren zur
Grundwasserfassung



Die **Ableitung des Grundwassers** wird grundsätzlich zu einem Fließgewässer orientiert sein. Die Wiederversickerung im Grundwasserleiter ist nicht sinnvoll, da hierdurch das Porenvolumen für die Regenwasserversickerung

vermindert wird. Vorrangig soll das Ziel „Niedrigwasseraufhöhung im Gewässer“ verfolgt werden. Eine Systematisierung der Ableitungspfade zeigt Abb. 19.

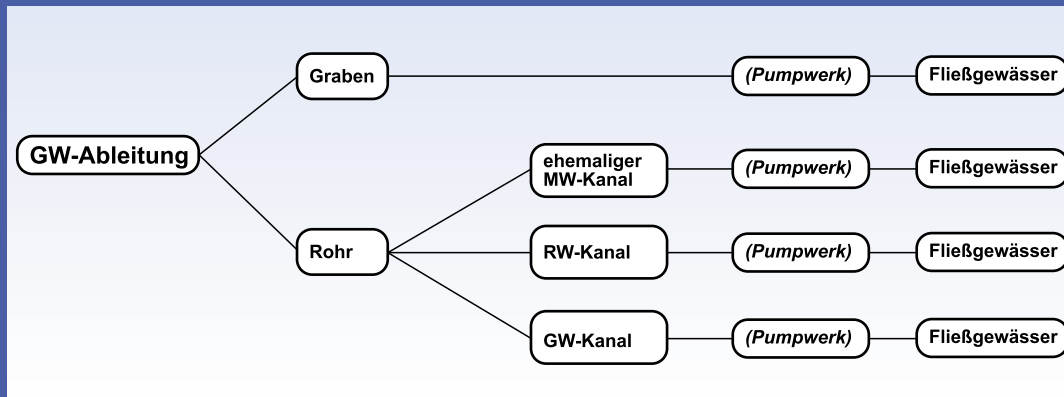


Abb. 19: Systematisierung der Pfade zur GW-Ableitung

Alternativ zur sofortigen Ableitung ist auch eine vorherige **Grundwassernutzung** denkbar. In Betracht kommen die private Nutzung als Brauchwasser (Gartenbewässerung, Toilettenspülung, Waschen/ Reinigen etc.) sowie die kommunale und gewerbliche Nutzung (Bewässerung, Waschen/Reinigen, Prozesswasser etc.). Maßnahmen der Grundwassernutzung machen immer auch **Grundwasserspeicherung** (oberirdisch, unterirdisch) erforderlich.

Ob und in welchem Maß eine **Vorbehandlung des gefassten Grundwassers** erforderlich ist, hängt von Art und Umfang der Belastung und den Qualitätsanforderungen des aufnehmenden Fließgewässers ab. Die Möglichkeiten der Vorbehandlung sowie die zu berücksichtigenden Aspekte sind stark von den im Einzelfall angetroffenen Randbedingungen abhängig.

3.5 Katalog möglicher Maßnahmen zur Grundwasserbewirtschaftung

Nachfolgend werden katalogartig Möglichkeiten zur Grundwasserbewirtschaftung aufgeführt. Die Darstellung beschränkt sich dabei auf die Komponenten „Fassung“ und „Ableitung“.

Für die Komponente „Fassung“ werden nur die Maßnahmen der Schwerkraftentwässerung dargestellt. Auch finden nur Maßnahmen Beachtung, die zur dauerhaften Grundwasserabsenkung geeignet sind.

Tabelle 9a: Arten der Grundwasserfassung



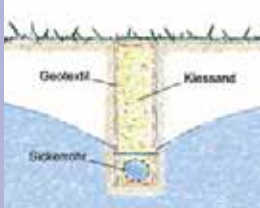
Art GW-Fassung	Nr.	Anwendungsbereich	Vor- und Nachteile
Graben  	F1	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächennaher GW-Leiter • Bei linienförmiger Lage der vor GW zu schützenden Objekte/Flächen entlang der Drainage • Bei ausreichender Nähe und Tiefenlage zu den zu schützenden Objekten: ggf. Ersatz für dezentrale GW-Fassung (Hausdrainagen) 	<ul style="list-style-type: none"> + Erfüllt gleichzeitig die Funktion „GW-Ableitung“ + Anordnung im Straßenraum möglich (Zufahrtsmöglichkeit) + Keine bzw. geringe Einschränkung der Flächennutzbarkeit (Schächte) + Gleichmäßige linienhafte Absenkung + Förderstrom aufgrund der geringen Tiefe des Grabenwasserspiegels geringer als bei vertikaler Fassung + Hohe Betriebssicherheit + Lange Lebensdauer bei geringer Wartung + Möglichkeit des Einfräsens abhängig von Bodenart und gewünschter Tiefe – Hoher Flächenbedarf – Große Einschnittstiefen unwirtschaftlich – begrenzter Absenkungsbetrag
Sickergraben (verrohrt) 	F2	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächennaher GW-Leiter • Bei linienförmiger Lage der vor GW zu schützenden Objekte/Flächen entlang des Sickergrabens • Zur Kompensation der reduzierten Dränwirkung eines Abwasserkanals • Bei ausreichender Nähe zu den zu schützenden Objekten: Ersatz für dezentrale GW-Fassung (Hausdrainagen) • In bereits vorhandenen Grabentrassen (geringerer Bodenaushub) 	<ul style="list-style-type: none"> + Erfüllt gleichzeitig die Funktion „GW-Ableitung“ + Kann ggf. die Funktionen „RW-Speicherung“, „RW-Versickerung“ und „RW-Ableitung“ übernehmen + Anordnung im Straßenraum möglich (Zufahrtsmöglichkeit) + Keine bzw. geringe Einschränkung der Flächennutzbarkeit (Schächte) + Gleichmäßige linienhafte Absenkung + Geringerer Grundwasseranfall aufgrund der geringen Einbautiefe geringer als bei vertikaler Fassung + Reinigung von Inkrustationen (Verockerung, Versinterung) z.B. durch Hochdruckspülung des Sickerrohrs + Hohe Betriebssicherheit bei Vorhaltung von Reservepumpen – Begrenzte Lebensdauer bei teilweise hohem Wartungsaufwand – Gefahr der Verockerung der Sickerrohre bei Luftzufuhr (daher vollständige Benetzung der Sickerrohre anstreben) – Je nach Tiefenlage Energiezufuhr erforderlich

Tabelle 9b: Arten der Grundwasserfassung

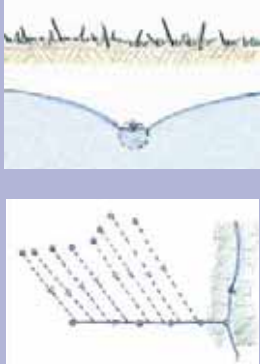

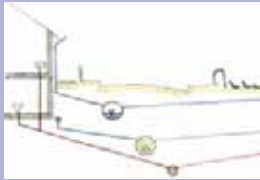
Art GW-Fassung Nr.	Anwendungsbereich	Vor- und Nachteile
<p>Dränage (verrohrt) F3</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächennaher GW-Leiter • Bei linienförmiger Lage der vor GW zu schützenden Objekte/Flächen entlang der Dränage • Bei ausreichender Nähe zu den zu schützenden Objekten: Ersatz für dezentrale GW-Fassung (Hausdränagen) 	<ul style="list-style-type: none"> + Erfüllt gleichzeitig die Funktion „GW-Ableitung“ + Anordnung im Straßenraum möglich (Zufahrtsmöglichkeit) + Keine bzw. geringe Einschränkung der Flächennutzbarkeit (Schächte) + Gleichmäßige linienhafte Absenkung + Reinigung von Inkrustationen (Verockerung, Versinterung) z.B. durch Hochdruckspülung des Dränrohrs + Hohe Betriebssicherheit (Reservepumpen sind vorzuhalten) – Begrenzte Lebensdauer bei teilweise hohem Wartungsaufwand – Möglichkeit des Einfräsen abhängig von Bodenart und gewünschter Tiefe – Gefahr der Verockerung des Dränrohrs bei Luftzufuhr (daher vollständige Benetzung des Dränrohrs anstreben) – Je nach Tiefenlage Energiezufuhr erforderlich
<p>Hausdränage F4</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Vorhandensein vieler Hausdränagen im urbanen Raum flächendeckende Grundwasserhaltung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> + GW-Fassung in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen durch dezentrale Struktur + Hohe Flexibilität + Delegation der ordnungsgemäßen GW-Fassung auf Private – Erfüllt nicht die Funktion „GW-Ableitung“ (d. h. Notwendigkeit eines getrennten Ableitungssystems) – Viele Betriebspunkte (ggf. reduzierbar durch Zusammenfassung mehrerer Pumpenschächte zu Sammel-Pumpenschacht)
<p>Umbau MW-Kanal F5 zur Dränage und Neubau einer Trennkanalisation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorflut mit sehr geringem Aufwand für bestehendes System gegeben • Ggf. dränendes Regenwassersystem • Nur wenn Standsicherheit gewährleistet ist 	<ul style="list-style-type: none"> + Einsparung der Kosten für die Abdichtung des MW-Kanals sowie der Kosten für die Erdarbeiten zur Herstellung einer Dränage + Trennung von Reinwasser- und Schmutzwasserstrom (positiv für Gewässergütwirtschaft) + Keine Rückstauschäden in Gebäude – Platzprobleme in engen Straßenräumen – Sehr hohe Baukosten (zwei neue Kanäle; große Tiefenlage des SW-Kanals erforderlich; vollständiger Umbau der Anschlussleitungen erforderlich) – Sehr hoher Wartungsaufwand (drei Kanäle) – Verfüllung des MW-Kanals mit Kiessand technisch aufwändig

Tabelle 9c: Arten der Grundwasserfassung

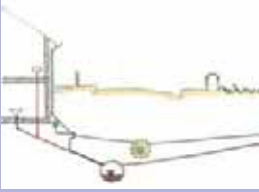
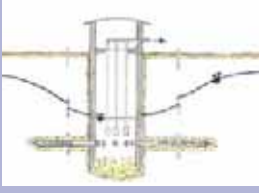

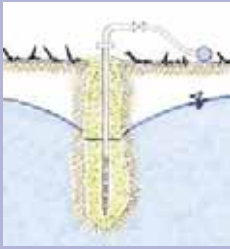
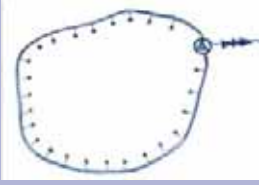
Art GW-Fassung Nr.	Anwendungsbereich	Vor- und Nachteile
<p>Umbau MW-Kanal F6 zur Dränage und Neubau einer Mischkanalisation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Neubau Kanal aus Dimensionierungsgründen erforderlich • Alter MW-Kanal hat noch ausreichende Standfestigkeit – ggf. nach Verfüllung • Nur wenn Standsicherheit gewährleistet ist 	<ul style="list-style-type: none"> + Einsparung der Kosten für die Abdichtung des MW-Kanals sowie der Kosten für die Erdarbeiten zur Herstellung einer Dränage + Belassen von Grundwasserdränagen am bisherigen System – Verfüllung des MW-Kanals mit Kiessand technisch aufwändig – Hohe Baukosten (große Tiefenlage des MW-Kanals erforderlich; vollständiger Umbau der Anschlussleitungen erforderlich)
<p>Horizontalfilterbrunnen F7</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • GW-Leiter geringerer Mächtigkeit in größerer Tiefe • Zum Schutz von tief in den Untergrund einbindenden Objekten • Bei kreisförmiger Lage der vor GW zu schützenden Objekte/Flächen um den Horizontalfilterbrunnen; insbesondere: eng bebaute Siedlungsgebiete mit zentral liegenden öffentlichen Freiflächen • Hohe Förderleistung 	<ul style="list-style-type: none"> + Reinigung von Inkrustationen (Verockerung, Versinterung) durch Hochdruckspülung der Filterrohre + Lange Lebensdauer bei geringer Wartung + Nur ein zentraler Betriebspunkt für einen größeren Absenkungsbereich erforderlich + Hohe Flexibilität hinsichtlich der Fördermenge + Hohe Leistungsfähigkeit + Stränge lassen sich einzeln verschließen (z. B. bei Zutritt von kontaminiertem Grundwasser) – Energiezufuhr erforderlich – Förderstrom größer als bei den übrigen horizontalen Fassungen – Relativ großer Platzbedarf – Bei Betriebsstörungen: Ausfall der gesamten Fassungsanlage möglich – Bei geringer Tiefenlage der Filterstränge: Ggf. Probleme bei der Herstellung der Filterstränge (Bauhindernisse)
<p>Flachbrunnen F8 (gespült)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächennaher GW-Leiter • Bei erforderlicher Absenkung < 4 m (Erhöhung durch Tiefenstaffelung allerdings möglich) • Bei linienförmiger Lage der vor GW zu schützenden Objekte/Flächen entlang der Flachbrunnenanlage 	<ul style="list-style-type: none"> + Erfüllt gleichzeitig die Funktion „GW-Ableitung“ + Bei geeigneten Bodenarten schnelle und wirtschaftlich Herstellung + Bei Ausfall einzelner Flachbrunnen können größere Anlagenteile weiter arbeiten (Schieber in Ringleitung) – Energiezufuhr erforderlich – Leitungssystem anfällig (Unterdruck) – Bei Flachbrunnenanlagen: viele Flachbrunnen in geringen Brunnenabstände erforderlich; daher größere Einschränkung der Flächennutzung – Ästhetisch mangelhaft (oberflächenhaft verlegte Saugleitung) – Betrieblich aufwändig – Sensibel im Hinblick auf Luftzutritt (hohe Anforderungen an die Luftdichtigkeit des Systems) – Wegen fehlender Filterpackung neigen gespülte Flachbrunnen zum Versanden – Geringe Lebensdauer

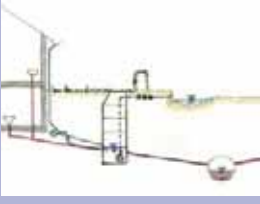

Tabelle 9d: Arten der Grundwasserfassung

Art GW-Fassung	Nr.	Anwendungsbereich	Vor- und Nachteile
Schachtbrunnen	F9	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächennaher GW-Leiter • Bei erforderlicher Absenkung < 4 m (Erhöhung durch Tiefenstaffelung allerdings möglich) • Bei linienförmiger Lage der vor GW zu schützenden Objekte/Flächen entlang der Flachbrunnenanlage 	<ul style="list-style-type: none"> + Großes Speichervolumen bei großem Durchmesser + Hohe Lebensdauer durch günstige Fassungsbedingung (große Eintrittsfläche) + Leichte Kontroll- und Reinigungsmöglichkeit - Energiezufuhr erforderlich - größerer Materialbedarf - Größerer Platzbedarf
Tiefbrunnen	F10	<ul style="list-style-type: none"> • Fassung von Wasser aus einer in größerer Tiefe liegender wasserführender Schicht größerer Mächtigkeit • Zum Schutz von tief in den Untergrund einbindenden Objekten • Bei kreisförmiger Lage der vor GW zu schützenden Objekte/Flächen um den Tiefbrunnen 	<ul style="list-style-type: none"> + Große Absenkung möglich - Energiezufuhr erforderlich

Die folgende Tabelle 10 beschreibt die Möglichkeiten der Grundwasserableitung. Sie unterscheiden sich zunächst in der Höhenlage. Des Weiteren muss die Entscheidung getroffen werden, ob nur Grundwasser oder auch Regenwasser abgeleitet werden soll. Da der Regenwasserab-

fluss etwa um den Faktor 100 größer ist als der Grundwasserabfluss wird die Entscheidung immer ortsspezifisch getroffen werden müssen. Kriterien sind Platzverhältnisse im (unterirdischen) Straßenraum oder Kapazitäten im bestehenden System.

Tabelle 10: Arten der Grundwasserableitung

Art GW-Fassung Nr.	Anwendungsbereich	Vor- und Nachteile
<p>Oberirdische GW-Ableitung über Graben/Rinne</p> <p>A1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Gefälleverhältnisse der Topografie • Oberflächenrinne ins Stadtbild integrierbar 	<ul style="list-style-type: none"> + GW-Ableitung kosten- und wartungsarm + Wasser als Gestaltungselement + Verbesserung des Stadtklimas + Bei ausreichender Dimensionierung: Nutzung des Pumpenschachtes als Brauchwasserspeicher - Nur bei ausreichendem Flächenangebot realisierbar (Graben/Rinne: i.d.R. öffentliche Fläche; Pumpenschacht: i.d.R. private Fläche; ggf. Bündelung mehrerer Schächte durch Sammelschacht im öffentlichen Raum) - Einschränkung der Flächennutzung (privat/öffentlich) - Neubau Pumpenschächte erforderlich - Energiekosten für GW-Förderung
<p>Unterirdische GW-Ableitung über hochliegenden GW/RW-Kanal</p> <p>A2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausreichender Platz im unterirdischen Straßenraum • Verantwortung für Grundwasserpumpen auf Hauseigentümer übertragen 	<ul style="list-style-type: none"> + Trennung von Reinwasser- und Schmutzwasserstrom + Oberflächennahe Lage des GW/RW-Kanals <ul style="list-style-type: none"> - > kostengünstigere Herstellung + Bei ausreichender Dimensionierung: Nutzung des Pumpenschachtes als Brauchwasserspeicher + Flexibel in der Anbindung des GW/RW-Anschlusskanals - Nur bei ausreichendem Flächenangebot realisierbar (Pumpenschacht: i.d.R. private Fläche; ggf. Bündelung mehrerer Schächte durch Sammelschacht im öffentlichen Raum) - Einschränkung der Flächennutzung - Energiekosten für GW-Förderung - Neubau Pumpenschächte erforderlich - Ablagerungsgefahr im MW-Kanal durch geringe hydraulische Auslastung
<p>Unterirdische GW-Ableitung über tiefliegenden GW/RW-Kanal</p> <p>A3</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausreichender Platz im unterirdischen Straßenraum • Verantwortung für Grundwasserpumpen auf Hauseigentümer übertragen 	<ul style="list-style-type: none"> + Keine Pumpenschächte erforderlich + Keine Einschränkung der Flächennutzung - Ablagerungsgefahr im MW-Kanal durch geringe hydraulische Auslastung - Einschränkung des betrieblichen Komforts durch Anbindung der GW/RW-Kanäle an Kanalschächte statt an Kanalhaltungen (bereichsweise notwendig, um GW/RW-Anschlussleitungen konfliktfrei zu verlegen)

Nachdem mit Tabelle 9 und Tabelle 10 die grundsätzlichen Möglichkeiten der Grundwasserbewirtschaftung modular dargestellt worden sind, werden nun die im Emschergebiet anzutreffenden Problemstellungen systematisiert. Die Systematisierung erfolgt nach den derzeit anzutreffenden Formen der Grundwasserfassung:

- Dränage, Graben, Gewässer
- undichte Mischkanalisation
- undichte Trennkanalisation und
- Hausdränagen.

Werden diese dränierenden Elemente abgedichtet oder entfernt, kommt es zu einem Anstieg des Grundwasseroberfläche. In Abhängigkeit von der örtlichen Situation sind im Einzelfall unterschiedliche Maßnahmen denkbar, um den Grundwasserstand zu regulieren. Diese Maßnahmen werden in der Tabelle 11 in Form von Problemstellungen und Lösungen nach Tabelle 9 und Tabelle 10 systematisiert.

Im Folgenden werden die Problemstellungen beschrieben und anhand von Beispielen erläutert.

Tabelle 11:
Systematisierung der Problemstellungen und denkbarer Maßnahmen zur Regulierung eines möglichen Grundwasseranstiegs

Problemstellung	GW-Fassung im Bestand	Typ	Maßnahmen	Fassung/Ableitung
1	Dränagen, Graben, Gewässer	a	Direktzufluss zum Gewässer: keine Maßnahmen	F1, A1
		b	Zufluss unter Vorflutniveau: PW	F1, A1
		c	Zufluss von Gräben zum MW-Kanal: Abkoppelung und Ableitung zum Gewässer	F1, A1-3
2	Mischsystem mit undichten Kanälen	a	Sanierung MW-Kanal, Bau eines Dränsystems, Ableitung zum Gewässer	F2, 3, 5-3 A1-3
		b	Neubau MW-Kanal und Nutzung vorh. MW-Kanal als GW-Kanal (Rigole) (ggf. Aktivierung der Schächte zur Dränage)	F6
		c	zentrale GW-Fassung (ggf. Umbau vorh. PW), Ableitung zum Gewässer	F7-10
		d	Ansiedlung GW-Nutzer (Car-Wash, Ergänzung von Kreisläufen, Brauchwasser ...)	F4
3	Trennsystem mit undichten Kanälen	a	Sanierung SW-Kanal, Nutzung RW-Kanal als GW-Kanal	F5
		b	Sanierung SW-Kanal, Aktivierung des RW-Kanals zur Dränage, z.B. an Schächten	F5
4	häusliche GW-Haltung durch Dränagen	a	GW-Fassung über Hausdränagen, Ableitung in neuen oberflächennahen GW-Rinnen/-Kanälen	F4
		b	Sanierung MW-Kanal (wird SW-Kanal), Neubau RW-Kanal mit GW-Anschluss	F5
		c	Neubau von RW/GW-Speicher, Nutzung, Ableitung zur KA	F4
		d	Ggf. Ableitung im MW-Kanal tolerieren	-

3.6 Grundwasserfassung im Bestand über Dränage, Gräben, Gewässer (Problemstellung 1)

Die Fassung und Ableitung von Grundwasser in Dränagen, Gräben oder Fließgewässern ist vom Grundsatz die optimale Situation. Das Grundwasser fließt dem Gewässer unmittelbar zu, wodurch auch der Grundwasserstand reguliert wird. Eine Anhebung des Wasserspiegels bzw. der Fließgewässersohle bewirkt zwangsläufig eine Anhebung der Grundwasseroberfläche. Bei der Planung der Gewässer ist dies zu berücksichtigen.

Bei geringem Gefälle im Gebiet und besonders in Poldergebieten ist ein ausreichender Grundwasserflurabstand nur mit großen Einschnittstiefen zu erreichen. Die Dränung mit flachen Gräben ist damit auf Gebiete mit tolerierbar hohen Grundwasserständen beschränkt.

Bei einer Polderlage ist am Ende des Ableitungssystems immer noch ein Pumpwerk erforderlich. Dieses muss über das Niveau des Bemessungshochwassers ausgelegt sein. Die Problemstellung ist vergleichbar mit der Situation in einer Vielzahl von Städten, in denen Außengebiete dem Kanalnetz zufließen.

Probleme stellen sich ein, wenn das Grundwasser belastet ist. Dann kann eventuell mit einer Abfangdränage das belastete Wasser gefasst werden, Aufbereitung und Einleitung in den Bach oder Ableitung im Kanal sind Wege zum Schutz des Bachs.

Tabelle 12: Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 1

Maßnahmen	Vorteile, Nachteile
Direktzufluss zum Gewässer: keine Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> + Keine Energie für GW-Ableitung erforderlich (↳ vorzugsweise Anwendung, wenn Anschluss an Gewässer im Freigefälle möglich; Rückstau aus Gewässer berücksichtigen!) + Kein zusätzlicher Flächenbedarf + Ggf. Verbesserung der Leistung über Eintiefung mit einer Dränage möglich + Gute Kontrollmöglichkeit der offenen Gräben – Rel. große Tiefenlage des Dränkanals erforderlich, um Wirkung zu entfalten (↳ Kosten) – Wenn Anschluss an Gewässer nicht im Freigefälle möglich ist ↳ PW (↳ Kosten)
Zufluss unter Vorflutniveau: PW	<ul style="list-style-type: none"> + Keine Energie für GW-Ableitung erforderlich + Kein zusätzlicher Flächenbedarf + Kontrollmöglichkeit GW-Qualität am Pumpwerk – Bau und Betrieb eines Grundwasserpumpwerks
Zufluss zu MW-Kanal: Abkoppelung und Ableitung zum Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> + Grundwasser ist schon an einem Punkt gefasst + an Schächten – ggf. lange Führung, bis ein Gewässer erreicht ist

Beispiele im Hüller Bach-System sind Grundwasserzuflüsse in den Oberläufen (mit möglicher Belastung z. B. im Oberlauf des Ahbachs) (Tabelle 11, Problemstellung 1a), das Pumpwerk „Hüllerbachstrasse“ (Tabelle 11,

Problemstellung 1b) oder die Abflüsse aus dem „Resser Wäldchen“ und der Außengebietszufluss zum Pumpwerk „Kleine Emscher“ (Tabelle 11, Problemstellung 1c).

3.7 Grundwasserfassung im Bestand über undichte Mischwasserkanalisation (Problemstellung 2)

Diese Situation ist im dicht besiedelten und damit engmaschig kanalisiertem Emschergebiet häufig anzutreffen. Vorhandene, undichte Mischwasserkanäle sind nach SÜVKan (1995) so zu sanieren, dass sie dicht werden. Die Neuanlage einer ggf. kanalbegleitenden Dränage (Tabelle 9: F3, F5-7) ist aufwändig (Straßenaufbruch,

tiefe Gräben), die Leistungsfähigkeit von lokal unterschiedlichen Faktoren abhängig (z.B. Durchlässigkeiten) und über die Betriebsdauer gesehen noch unklar. Vorteilhaft ist es, wenn die Dränage auf kürzere Strecken beschränkt werden kann. So ist die Wartung, Kontrolle und ggf. Erneuerung dieses Systems einfacher.

Tabelle 13a: Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 2

Maßnahmen	Vorteile, Nachteile
Sanierung MW-Kanal, Bau eines Dränsystems, Ableitung zum Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> + Keine Energie für GW-Ableitung erforderlich (› vorzugsweise Anwendung, wenn Anschluss an Gewässer im Freigefälle möglich; Rückstau aus Gewässer berücksichtigen!) + Kein zusätzlicher Flächenbedarf + Kontrollmöglichkeit GW-Qualität an Schächten – Rel. große Tiefenlage des Dränkanals erforderlich, um Wirkung zu entfalten (› Kosten) – Wenn Anschluss an Gewässer nicht im Freigefälle möglich ist › PW (› Kosten) – Je nach Boden- und Grundwasserverhältnis ist engmaschiges Saugernetz erforderlich › Kosten; › Realisierungsprobleme bei enger Bebauung und wenig Platz im unterirdischen Straßenraum – Herstellung aufwändig (Straßenaufbruch; Verkehrsführung während Bauphase) – Gefahr der Versandung und Verockerung (bei eisenhaltigem Grundwasser) – Reinigung möglich (Spülen von Kontrollschächten) aber aufwändig – Viele Betriebspunkte (Schächte) – Geringe Flexibilität (z. B. Leistungsanpassung)
Neubau MW-Kanal und Nutzung vorh. MW-Kanal als GW-Kanal (Rigole) (ggf. Aktivierung der Schächte zur Dränage)	<ul style="list-style-type: none"> + Keine Energie für GW-Ableitung erforderlich (› vorzugsweise Anwendung, wenn Anschluss an Gewässer im Freigefälle möglich; Rückstau aus Gewässer berücksichtigen!) + Kein zusätzlicher Flächenbedarf + Beibehaltung bisheriger Dränanschlüsse + Kontrollmöglichkeit GW-Qualität an Schächten – Hohe Herstellungskosten MW-Kanal – Wenn Anschluss GW-Kanal an Gewässer nicht im Freigefälle möglich ist › PW (› Kosten) – Herstellung MW-Kanal aufwändig (Straßenaufbruch; Verkehrsführung während Bauphase) – Gefahr der Versandung und Verockerung (bei eisenhaltigen Grundwasser) des GW-Kanals – Reinigung GW-Kanal kaum möglich – Viele Betriebspunkte (Schächte) – Geringe Flexibilität (z. B. Leistungsanpassung)

Tabelle 13b: Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 2

Maßnahmen	Vorteile, Nachteile
zentrale GW-Fassung (ggf. Umbau vorh. PW), Ableitung zum Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> + Sichere GW-Ableitung, auch bei hohen Wasserständen im Vorfluter + Kontrollmöglichkeit GW-Qualität an einzelnen Filterrohren + Filterrohre können bei Bedarf deaktiviert werden (z. B. bei Fassung von kontaminiertem GW) + Hohe Flexibilität (z. B. Leistungsanpassung) + Wenig Betriebspunkte + Punktuelle Baumaßnahme (↳ kaum Probleme mit Verkehrsführung während Bau) + Leichte Spülmöglichkeit der Filterrohre - Zusätzlicher Flächenbedarf - Energiebedarf (↳ Kosten) - Je nach örtlicher Situation sind mehrere Horizontalfilterbrunnen erforderlich <p>Zusätzliche Aspekte bei der Erweiterung von Pumpwerken zur Grundwasserabsenkung:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Zusätzlicher Flächenbedarf nur gering - Je nach örtlichen Verhältnissen nicht realisierbar
Ansiedlung GW-Nutzer (Car-Wash, Ergänzung von Kreisläufen, Brauchwasser)	<ul style="list-style-type: none"> + Sekundäre Maßnahme nach GW-Fassung + Wasserwirtschaftliche Vorteile für den Wasserkreislauf + Ggf. wirtschaftlich sinnvoll für Nutzer - Zuverlässigkeit der Lösung hängt von betriebswirtschaftlichen Verhältnissen ab

Die Umwandlung eines bestehenden undichten Mischwasserkanals zum Grundwasserkanal und der Neubau eines (dichten) Mischwasserkanals (Tabelle 9, F5-7) sind sehr aufwändig. Auch die Dauerhaftigkeit der Drainagewirkung des bestehenden Kanals ist wenig geklärt. Der Bau eines neuen Mischwassersammlers und der Erhalt des bestehenden, undichten Sammlers sind von Seiten der Standsicherheit des bestehenden Kanals zu prüfen.

Zentrale Grundwasserabsenkungen über Grundwasserpumpwerke stellen für besiedelte Flächen eine denkbare Alternative dar. Zur Beurteilung der Wirksamkeit ist ein Grundwasserströmungsmodell unerlässlich.

Im Umfeld der bestehenden Abwasserpumpwerke haben

sich Grundwassersenkungen eingestellt, die wahrscheinlich durch angeschlossene Kanäle entstehen. Durch bauliche Ergänzungen lässt sich die grundwassersenkende Wirkung verstärken. Voraussetzung ist, dass das Grundwasser getrennt gefasst und eine kleine kontinuierlich fördernde Pumpe installiert wird. Die Ansiedlung von Grundwassernutzern kann nur eine lokale Maßnahme mit Perspektive sein, wenn die Grundwasserqualität geeignet ist.

Eine temporär tolerierbare Lösung kann es sein, wenn die Mischwasserkanalisation nicht abgedichtet wird und damit weiterhin dränierend wirkt.

3.8 Grundwasserfassung im Bestand über undichte Trennkanalisation (Problemstellung 3)

Bestehende ältere Trennsysteme sind im Emschergebiet selten. Wenn diese Systeme derzeit im Schmutzwasserkanal Grundwasser aufnehmen, ist eine Sanierung dieses Kanals notwendig.

Die Ableitung von Grundwasser im Regenwasserkanal ist weiterhin sinnvoll und möglich. Eine möglicherweise erforderliche Verstärkung der Dränwirkung kann im

Regenwassersystem realisiert werden. Dies geschieht, indem weitere Hausdränagen an dieses System angeschlossen werden oder die Schächte als dränende Elemente verstärkt werden (Prinzip vgl. Tabelle 9, F7). An den Regenwasserkanal können praktisch immer ohne weiteren Nachweis Dränagen (häusliche oder zentrale) angeschlossen werden.

Tabelle 14: Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 3

Maßnahmen	Vorteile, Nachteile
Sanierung SW-Kanal, Nutzung RW-Kanal als GW-Kanal	<ul style="list-style-type: none"> + Geringer Aufwand + Keine Neudimensionierung erforderlich – Wartung Regenwasserkanal als Drän aufwändig – Gefahr der Verockerung
Sanierung SW-Kanal, Aktivierung des RW-Kanals zur Dränage, z.B. an Schächten	<ul style="list-style-type: none"> + Geringer Aufwand + Gute Wartung der Dränfähigkeit an den Schächten + Gute Kontrolle der Qualität an den Schächten

3.9 Grundwasserfassung im Bestand über Hausdränagen (Problemstellung 4)

In besiedelten Gebieten mit geringen Grundwasserflurabständen wird der Grundwasserstand häufig über die Hausdränagen abgesenkt, um die Gebäude vor Schäden zu schützen. Das Grundwasser gelangt über die Hausanschlussleitungen zur Abwasserkanalisation. Dies entspricht einer sehr weit im Gebiet verteilten Grundwasserabsenkung mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten (private Dränagen im Anschluss an öffentliche Kanalisation).

Wird das Grundwasser lokal gehoben, ist eine Ableitung in einer oberflächigen Grundwasserrinne möglich, die zudem eine Kontrollmöglichkeit bzgl. der Wasserqualität bietet (Abb. 21). Die Verantwortlichkeit für das Heben liegt beim Anlagenbetreiber. Nachteilig ist, dass für die Ableitung im öffentlichen Raum Platz erforderlich ist; eine streckenweise Verrohrung ist grundsätzlich möglich.

Tabelle 15a: Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 4

Maßnahmen	Vorteile, Nachteile
GW-Fassung über Hausdränagen, Ableitung in neuen oberflächennahen GW-Rinnen/-Kanälen	<ul style="list-style-type: none"> + Sichere lokale GW-Fassung + Rinne nicht nur für GW sondern auch für Regenwasser nutzbar (↳ Entlastung MW-Kanal) + Hohe Flexibilität (insbesondere i. V. m. Regenwasserbewirtschaftung; Leistungsfähigkeit; Umgang mit kontaminiertem GW) + Wasserführende Rinne = Gestaltungselement im Straßenraum + Gute Kontrollmöglichkeit + Mäßige Herstellungskosten – Zusätzlicher Flächenbedarf ↳ bei beengten Platzverhältnissen Realisierungsprobleme oder Nutzungseinschränkungen im Straßenraum – Energiebedarf (↳ Kosten) – Herstellung aufwändig (Straßenaufbruch; Verkehrsführung während Bauphase) – Viele Betriebspunkte (Haus-Pumpwerke) ↳ Wartungsaufwand – Begrenzte Leistungsfähigkeit der Rinne (↳ Nähe zu Vorfluter/RW-Sammler erforderlich)
Sanierung MW-Kanal (wird SW-Kanal), Neubau RW-Kanal mit GW-Anschluss	<ul style="list-style-type: none"> + Kein zusätzlicher Flächenbedarf + Keine Energie für GW-Ableitung erforderlich + RW-Kanal nicht nur für GW sondern auch für Regenwasser nutzbar (↳ sämtliche Vorteile des Trennsystems) + Hohe Flexibilität + Kontrollmöglichkeit GW-Qualität an Schächten – Wenn Anschluss RW-Kanal an Gewässer nicht im Freigefälle möglich ist ↳ PW (↳ Kosten) – MW-Kanal hydraulisch unterlastet ↳ Ablagerungen ↳ Betriebsaufwand ↳ Kosten – Herstellung aufwändig (Straßenaufbruch; Verkehrsführung während Bauphase) – Viele Betriebspunkte (Schächte) – Hohe Herstellungskosten

Tabelle 15b: Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 4

Maßnahmen	Vorteile, Nachteile
Neubau von RW/GW-Speicher, Nutzung, Ableitung zur KA	<ul style="list-style-type: none"> + Kein zusätzlicher Flächenbedarf + Einsparung von Trinkwasser - Akzeptanzprobleme bei Bevölkerung - Hoher technischer Aufwand (z.B. Speicherung GW, Leitungssystem) (> Kosten) - Wartungsaufwand aufgrund der vielen Betriebspunkte erheblich - Energiebedarf (> Kosten) - GW darf nicht kontaminiert sein - Nur für kleine GW-Absenkungen praktikabel - Keine Niedrigwasseraufhöhung im Gewässer - Geringe Flexibilität
Ableitung im MW-Kanal tolerieren	<ul style="list-style-type: none"> + Sehr geringer Aufwand bei Fassung und Ableitung + Geringe Kosten - Wasserwirtschaftlich nicht sinnvoll - Erhöhte Kosten für die Behandlung auf der Kläranlage

Die Anlage eines zweiten Kanalsystems im Sinne eines Trennsystems beinhaltet hohe Kosten und die Notwendigkeit einer sicheren Trennung in Schmutz- und Reinwasser (Regen- und Grundwasser).

Als Problemlösung denkbar ist hier die lokale Nutzung des Dränwassers und anschließende Ableitung als Abwasser zur Kläranlage. Diese Lösung besitzt in den Fällen eine Perspektive, in denen zum Schutz der Bauwerke nur kleinere Grundwassermengen zu fassen sind.

Eine letzte Möglichkeit ist, die Anbindung der Hausdrainagen an den Mischwasserkanal zu tolerieren. Bereichsweise wird diese Möglichkeit, insbesondere in Übergangszeiträumen, nicht auszuschließen sein.

3.10 Maßnahmenauswahl

Die in Kapitel 3.4 genannten Maßnahmenoptionen sind als „Angebotskatalog“ aufzufassen. Welche der Maßnahmen zur Anwendung kommt, hängt von den örtlichen Randbedingungen ab. Bei der Beurteilung spielen folgende Aspekte eine Rolle:

- Wirtschaftlichkeit
- Dauerhaftigkeit
- Wartungsfähigkeit
- Flexibilität bei wechselnden Anforderungen
- Erweiterungsfähigkeit
- Politische Durchsetzbarkeit
- Zustand der Altanlagen

In Poldergebieten fallen für die Grundwasserförderung Betriebskosten an. Im bisherigen System ist durch die Hebung aller anfallenden Abflussanteile eine Konzentrierung und damit eine Kostenreduktion gegeben. Die monetäre Bewertung muss die folgenden Randbedingungen beachten:

- Es sind neben den Investitionskosten die Betriebskosten – insbesondere der Pumpen – des lokalen Systems zu berücksichtigen. Darüber hinaus können zusätzliche Kosten für die Vorbehandlung des Wassers entstehen.
- Eine Konzentration der Betriebsstandorte hat deutliche Kostenvorteile.
- Kostenreduzierende Aspekte einer Abkopplung des Grundwassers von dem Abwasserkanal sind rechnerisch soweit wie möglich einzubeziehen (Reduzierung der Bauwerksabmessungen von Abwasserkanal, Regenwasserbehandlung und Abwasserreinigung, Reduzierung der Betriebskosten auf der Kläranlage etc.)

Nicht monetäre Nutzen wie die Anlage eines naturnahen Gewässers mit ausreichendem Niedrigwasserabfluss müssen in die Argumentation einbezogen werden.

Aus diesen Gründen ist eine differenzierte Abschätzung von Kosten im Rahmen der Arbeitshilfe nicht möglich. Die vorhandene Infrastruktur, die lokale Bündelung von Maßnahmen etc. beeinflussen gemeinsam mit den Betriebskosten die Wirtschaftlichkeit. Es werden sich jedoch nicht viele realistische Lösungsvarianten ergeben, so dass die örtlichen Randbedingungen bestimmend sein werden.

3.11 Anwendung ausgewählter Maßnahmen auf ein Beispielgebiet

Im Kapitel 3.5 wurden grundsätzlich mögliche Maßnahmen zur Begrenzung eines Grundwasseranstiegs zusammengestellt. Welche dieser Maßnahmen jeweils zum Zuge kommt, ist von den örtlichen Randbedingungen abhängig. Generell sind die genannten Maßnahmen nur als punktuelle Einzellösungen zu verstehen, flächendeckende Problemlösungen müssen durch Maßnahmenkombinationen entwickelt werden. Geeignet hierfür ist z. B. folgende Kombination (Problemstellungen vgl. Tabelle 11).

- Fall 2c): zentrale GW-Fassung (ggf. Umbau vorh. PW), Ableitung zum Gewässer
- Fall 4a): GW-Fassung über Hausdränagen, Ableitung in neuen oberflächennahen GW-Rinnen/-Kanälen

In Verbindung mit Maßnahmen zur Regenwasserspeicherung und -versickerung ermöglicht diese Kombination neben der Regulierung des Grundwasserstandes

auch die temporäre Speicherung und Versickerung von Regenwasser. Sie wird als „Drän-Versickerungs-System“ (DVS) bezeichnet. Das DVS ist eine grundsätzlich immer anwendbare Maßnahmenkombination, d.h. sie ist insbesondere zur Grund- und Regenwasserbewirtschaftung in Poldergebieten geeignet.

Im DVS (Abb. 20) wird in der Fläche verteilt Drän-schlitz mit Mulden angelegt. Funktion der Mulden ist die Zwischenspeicherung von Regenwasser, welches anschließend in den nächsten Speicher, den Dränageschlitz, versickert. Zusätzlich zu seiner Funktion als Regenwasserspeicher kann der Dränageschlitz auch den Grundwasserstand regulieren. Dazu ist er mit einer für die notwendige Dränagewirkung ausreichenden Tiefe anzulegen. Nicht versickerungsfähiges Regenwasser bzw. andringendes Grundwasser wird über ein im Fußbereich angeordnetes Filterrohr abgeleitet.

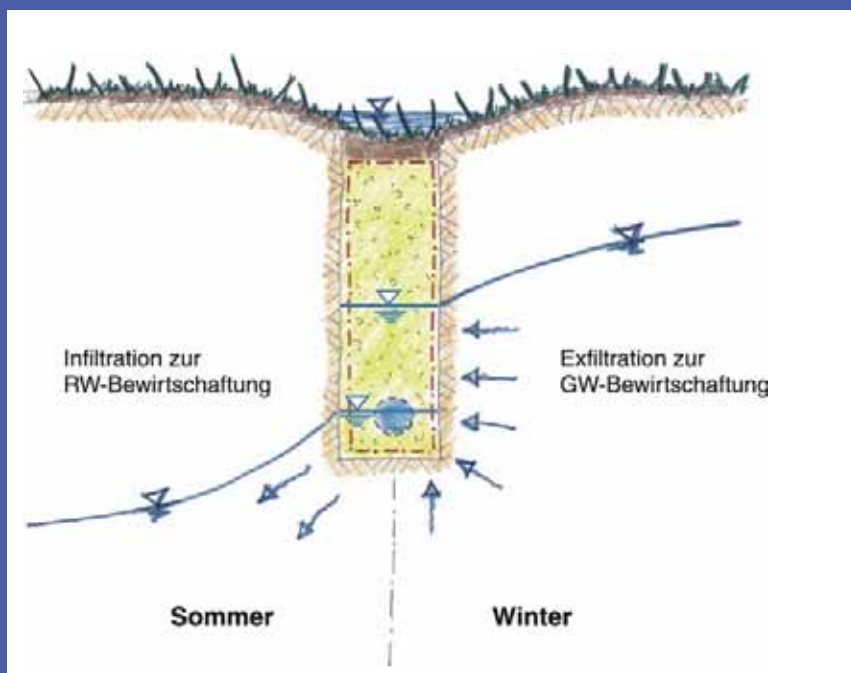


Abb. 20:
Drän-Versickerungs-System zur Grund- und Regenwasserbewirtschaftung (DVS)

So aufgebaut ermöglicht das DVS

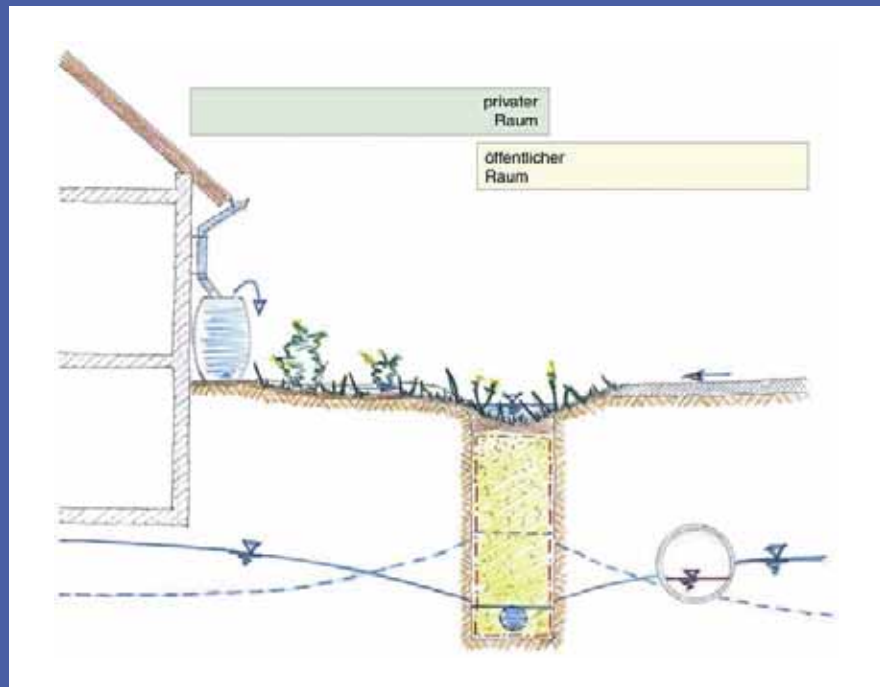
- eine Infiltration vornehmlich des Regenwassers bei niedrigen Grundwasserständen (Sommer - Herbst)
- eine Exfiltration vornehmlich des Grundwassers bei hohen Grundwasserständen (Winter- Frühjahr). Die Anlagen sind jedoch so auszulegen, dass auch in den Wintermonaten die geringer intensiven Niederschläge abgeführt werden können.

Die Ableitung des im DVS gefassten und zwischengespeicherten Wassers muss zur Überbrückung längerer Fließwege über eine Verrohrung erfolgen. In Poldergebieten schließt sich an diese Verrohrung ein Pumpwerk

an, welches das Wasser über Druckrohrleitungen in das nächste Fließgewässer fördert. Ggf. kann auf ein bestehendes Regenwasserpumpwerk zurückgegriffen werden, das jedoch im Hinblick auf gleichmäßige GW-Förderung zu erweitern ist (vgl. Kap. 3.5).

Die Anordnung des DVS ist grundsätzlich auf allen Freiflächen möglich; insbesondere in Gärten (Privatgrundstücke) als auch auf öffentlichen Flächen ohne starken Nutzungsdruck (z. B. Sport- oder Grünanlagen) (Abb. 21).

Abb. 21:
Drän-Versickerungs-System:
Lösung im Straßenraum



Exemplarisch ist die flächenhafte Umsetzung eines DVS mit Ableitungskanal und Pumpwerk in Abb. 22 für ein Poldergebiet („Unser Fritz“) im Bereich Herne Wanne-Nord dargestellt. Das DVS ist sowohl auf öffentlichen

Flächen angeordnet (östlich, im Bereich des mit „A“ gekennzeichneten Anfangs des Ableitungskanals) als auch auf städtebaulich noch zu entwickelnden Flächen.

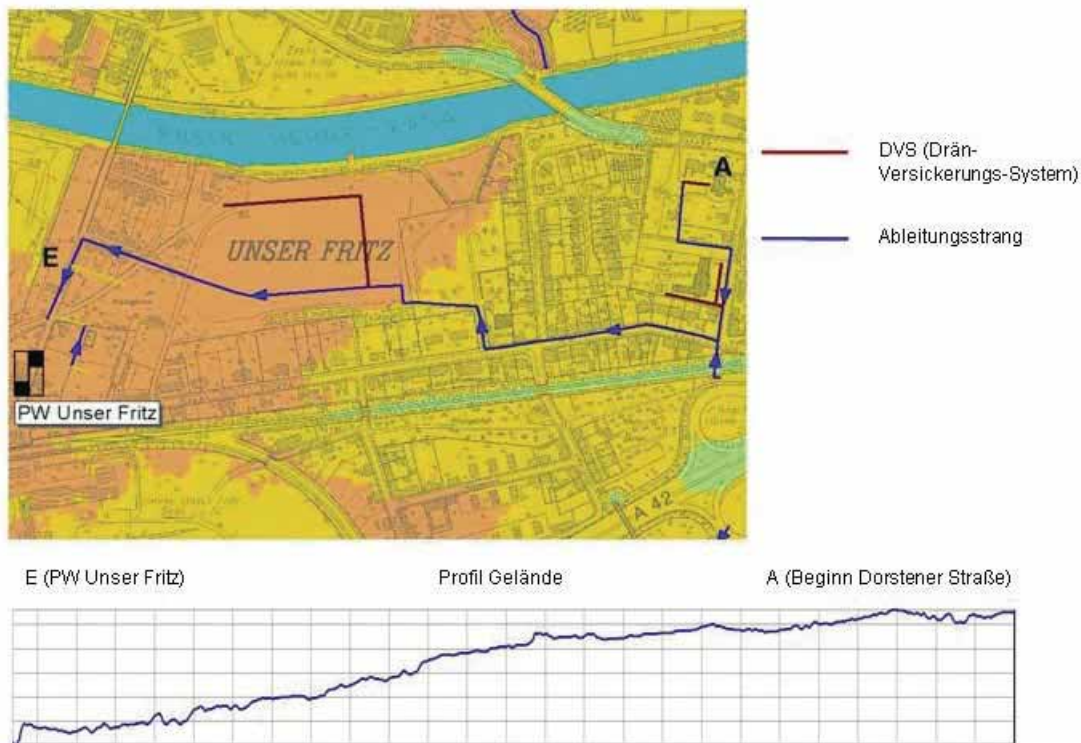


Abb. 22: DVS am Beispiel Wanne Nord, Unser Fritz

Der ebenfalls in Abb. 22 dargestellte Geländelängsschnitt in der Trasse des Ableitungskanals zeigt, dass das im DVS gefasste Wasser im freien Gefälle bis zum vorhandenen Regenwasserpumpwerk „Unser Fritz“ geführt werden kann. Dieses Pumpwerk muss am tiefsten Punkt des Pumpensumpfes um eine Grundwasserpumpe mit Anschluss an die Druckrohrleitung erweitert werden.

Die geschätzten Kosten für die beschriebene Maßnahme liegen im Bereich von 20.000 – 25.000 €/ha dränierte Fläche. Die spezifischen Kosten für das DVS-System werden auf rund 500 €/m² geschätzt.





4. Zusammenfassung

4. Zusammenfassung

Die ökologische Verbesserung der heute noch Schmutzwasser führenden Gewässer des Emschergebiets orientiert sich am guten Zustand bzw. guten ökologischen Potential nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Im Zuge der Verstädterung und Industrialisierung mit intensiven Einwirkungen des untertägigen Bergbaus sind nicht nur die Oberflächengewässer, sondern auch die Entwässerungswege für das Grundwasser tief greifend verändert worden. Die jetzt in Planung befindlichen technischen Veränderungen des komplexen Entwässerungssystems müssen berücksichtigen, dass die natürlichen Wege für den Grundwasserabfluss weitgehend nicht mehr zur Verfügung stehen; Ersatzsysteme sind erforderlich.

Die chemische Qualität ist geprägt durch weit ausgreifende Belastungen mit Sulfat und Kohlenwasserstoffen (PAK), die allerdings im Regelfall die Entstehung von verbesserten ökologischen Lebensgemeinschaften in den umgebauten Gewässern keinesfalls ausschließen. Die genaue Entwicklung und die voraussichtliche Endqualität dieser Gemeinschaften lassen sich nicht sicher prognostizieren. Die jetzt zu treffenden Maßnahmen müssen den Weg für eine lange Phase einer graduellen und schrittweisen Verbesserung der ökologischen Systeme öffnen.

Die Umgestaltung der Gewässer, die stellenweise schon kurzfristig eine Sicherung vor dem Zutritt von belastetem Grundwasser beinhalten wird, ist von der Sicherung oder Sanierung der gewässernahen Altlasten deutlich zu unterscheiden. Die für die altlastbezogenen Maßnahmen

Verantwortlichen werden nicht aus ihren Pflichten entlassen; sie haben aber die Chance, Teile ihrer Pflichten im zeitlichen und organisatorischen Zusammenhang mit der Gewässerumgestaltung zu erfüllen, was im Rahmen der genossenschaftlichen Aktivitäten auch angestrebt wird. Einzelne besonders hoch belastete Teilströme des Grundwassers müssen im Zusammenhang mit der Gewässerumgestaltung gefasst und behandelt werden. Die vorliegende Arbeitshilfe bietet planerische Methoden an, mit denen integrierte Entwässerungskonzepte für das Grund- und Regenwasser effizient zu erstellen sind. Es werden praxisorientierte Vorgehensweisen und Methoden vorgestellt, die eine erste Einschätzung der zukünftigen Niedrigwasserführung und der zu erwartenden chemisch-physikalischen Wasserqualität in den Bächen ermöglichen. Darüber hinaus werden in der Arbeitshilfe Methoden zur Bewirtschaftung von Grund- und Regenwasser und ein Maßnahmenkatalog vorgestellt, der verschiedene technische Bausteine für Drainage- und Versickerungslösungen enthält. Hierdurch soll keine wasserwirtschaftliche Planung ersetzt werden, sondern es sollen frühestmöglich die kritischen Bereiche identifiziert werden, die das Erreichen der geplanten Umgestaltungsziele gefährden und entsprechende Maßnahmenbetrachtungen erfordern.

Wenn die Arbeitshilfe auch speziell für Situationen im Einzugsgebiet der Emscher entwickelt wurde, lässt sie sich doch in einigen Aspekten auf andere alte Industrie-Regionen sinngemäß anwenden.



5. Anhang

Literaturverzeichnis

- AGA/1991: „Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) – Entscheidungshilfe für die Wasserbehörden in wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren -“, Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft IV B 7 1571/11-30707 vom 14.05.1991
- ATV-DVWK (2002): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall: Arbeitsblatt A138, Hennef.
- ATV-DVWK-A 138 (2002): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, GFA, Hennef, 2002
- ATV-DVWK-Arbeitsgruppe IG-4.2 (2003): Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), KA 02/2003
- Becker, M. (1997): Umgang mit Regenwasser im Emschergebiet. In: Grundwasser im Ruhrgebiet. Aufgaben, Probleme, Lösungen. Hrsg. Coldewey & Löhnert, S. 12-17.
- BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, BGBl. I.
- BWK-M3 (2001): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse, BWK, Düsseldorf, 2001
- Darkow, (2001): Modernes Grundwassermanagement in Berlin, wwt wasserwirtschaft wassertechnik, Nr.6, S. 37-39
- Dohmann, M. (1999): Wassergefährdung durch undichte Kanäle, Erfassung und Bewertung. Springer, Berlin
- Dyk, C. und Lohaus, J. (1998): Der Zustand der Kanalisation in der Bundesrepublik Deutschland. Korrespondenz Abwasser, 5/1998, S. 865ff.
- Emschergenossenschaft (2004): Strategisches Handlungskonzept Hüller Bach. Projektbericht Phase IIIb und 4, Essen 2003
- Europäische Wasserrahmenrichtlinie (2000): Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 23.10.2000, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/1 vom 22.12.2000
- Fuchs, S., Lucas, S., Brombach, H., Weiß, G., Haller, B. (2003): Fremdwasserprobleme erkennen – methodische Ansätze (KA 01/2003)
- Geiger, W., Dreiseitl, H. (1995): Neue Wege für das Regenwasser, Oldenburg Verlag, München 1995
- Düllmann, H. (2001): Grundwasserproblematik im Stadtgebiet Korschenbroich - Konzeptvorschläge für langfristige Lösungen zur Abwendung von Gebäudeschäden, Aachen: Selbstverlag, Mai 2001
- Getta, M. (1997): Regulierung des Grundwasserstandes im Zusammenhang mit bergbaulichen Einwirkungen - eine Aufgabe von Emschergenossenschaft und Lippeverband – in: Grundwasser im Ruhrgebiet. Aufgaben, Probleme, Lösungen. Hrsg. Coldewey & Löhnert, S. 85-88.
- Gewässerqualitätsverordnung (GewQV) (2001): Verordnung über Qualitätsziele für bestimmte gefährliche Stoffe und zur Verringerung der Gewässerverschmutzung durch Programme
- Göbel, P., Coldewey, W.G., Kories, H., Fach, S. & Geiger, W.F. (2002): Grenzen der Niederschlagsversickerung zur Verhinderung des Grundwasseranstiegs. - Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, 44: 153-166, 6 Abb.; Bochum.

Kasting, U., Janiczek, M., Grotehusmann, D. (2003):
Bodenfilteranlagen zur Reinigung von Abflüssen stark
verschmutzter Verkehrsflächen (KA 11/2003)

Landesamt für Wasser und Abfall (1991): Allgemeine
Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA)

LAWA (1999): Ableitung von Geringfügigkeitsschwel-
len zur Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen
(Statusbericht)

LAWA Arbeitskreis (1998): Leitlinien zur Durchfüh-
rung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen, LAWA
Arbeitskreis, Kulturbuchverlag Berlin, 1998

LAWA GW (1994): Empfehlungen für die Erkundung,
Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden

LAWA OFG (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffen-
heit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutsch-
land – Chemische Gewässergüteklassifikation – Kultur-
buchverlag Wien GmbH

Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz, MUNLV (1995): Verordnung
zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einlei-
tungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsys-
tem und Trennsystem (SüVKan), SGV. NW 1995

Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz, MUNLV (2003): Leitfaden zur
Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie in
NRW, 7. Lieferung August 2003

Reichel, F. und Getta, M. (2000): Hydraulischer Einfluss
des Kanalisationssystems auf die Grundwasserverhält-
nisse im Stadtgebiet. GWA Gewässerschutz, Wasser,
Abwasser, Nr. 177, S. 32/1-32/11

UBA (2003): Forschungsvorhaben „Erfassung und
Bewertung von Grundwasserkontaminationen durch
punktuelle Schadstoffquellen – Konkretisierung von
Anforderungen der EG-WRRL“, Förderkennzeichen
(UFOPLAN) 202 23 21

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Fassung des Grundwassers im Emschergebiet: Wirkungen von Oberflächengewässern, Kanalsanierung und Regenwasserversickerung	12	Abb. 12: Sulfat-Konzentration im Hüller Bach bei direktem und potenziellem Grundwasserzufluss	39
Abb. 2: Schritte zur Abschätzung der zukünftigen chemisch-physikalischen Wasserqualität	15	Abb. 13: Sulfat-Frachten im Hüller Bach bei direktem und potenziellem Grundwasserzufluss	39
Abb. 3: Auswirkungen der grundwasseraufnehmenden Elemente im Grundwassergleichenplan	17	Abb. 14: Sulfat- und Chloridfrachten aus den Teileinzugsgebieten des Hüller Bachs. Rot = Kanalnetz als Vorfluter, blau = Gewässer als Vorfluter (Ausschnitt Wanne Nord)	40
Abb. 4: Umsetzung der grundwasseraufnehmenden Elemente des Entwässerungssystems im Grundwasserströmungsmodell. Kartenausschnitt aus dem Projektgebiet Hüller Bach (Emschergenossenschaft, 2004)	20	Abb. 15: PAK-Fracht im Hüller Bach bei direktem und potenziellem Grundwasserzufluss	41
Abb. 5: Beispiel für einen hydrologischen Längsschnitt am Hüller Bach mit direktem Grundwasserzufluss (violette Linie) und mit potenziellem Grundwasserzufluss (blaue Linie)	23	Abb. 16: PAK- und Naphthalinfrachten aus den Teileinzugsgebieten des Hüller Bachs. Rot = Kanalnetz als Vorfluter, blau = Gewässer als Vorfluter (Ausschnitt Wanne Nord)	41
Abb. 6: Schematische Ableitung der Transportwege	27	Abb. 17: Herkunft und Ableitung der PAK-Frachten im Hüller Bach	43
Abb. 7: Zuordnung der Grundwassermessstellen zu den hydrogeologischen Einheiten und den Zonen	27	Abb. 18: Systematisierung der Verfahren zur Grundwasserfassung	50
Abb. 8: Sulfatverteilung und Gewässerzielwert nach Leitfaden NRW	32	Abb. 19: Systematisierung der Pfade zur GW-Ableitung	51
Abb. 9: PAK-Verteilung und Gewässerzielwert nach AGA	32	Abb. 20: Drän-Versickerungs-System zur Grund- und Regenwasserbewirtschaftung (DVS)	65
Abb. 10: Verteilung PAK im Einzugsgebiet Hüller Bach und in der Emscherregion mit Kappungsgrenzen von 8 $\mu\text{g/l}$ und 20 $\mu\text{g/l}$	35	Abb. 21: Drän-Versickerungs-System: Lösung im Straßenraum	66
Abb. 11: Vergleich der PAK - Konzentrationen aus der Mischungsrechnung mit den Messungen im Ahbach bei Kappungsgrenzen von 8 $\mu\text{g/l}$ und 20 $\mu\text{g/l}$	37	Abb. 22: DVS am Beispiel Wanne Nord, Unser Fritz	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über Transportwege und hydrogeologische Einheiten	26	Tabelle 11:	Systematisierung der Problemstellungen und denkbarer Maßnahmen zur Regulierung eines möglichen Grundwasseranstiegs	57
Tabelle 2:	Auswahl der Stoffe und Stoffgruppen	28	Tabelle 12:	Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 1	58
Tabelle 3:	Gewässerzielwerte nach GewQV und Überschreitungshäufigkeit im Grundwasser	30	Tabelle 13a:	Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 2	59
Tabelle 4:	Weitere Gewässerzielwerte und Überschreitungshäufigkeiten von Grundwasseranalysen.	31	Tabelle 13b:	Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 2	60
Tabelle 5:	Ableitung der mittleren Grundwasserbelastung in einem Teileinzugsgebiet für PAK am Beispiel der Dränage A 42	34	Tabelle 14:	Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 3	61
Tabelle 6:	Ableitung der mittleren Grundwasserbelastung in einem Teileinzugsgebiet für Salze am Beispiel der Dränage A 42	36	Tabelle 15a:	Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 4	62
Tabelle 7:	Erforderliche Grundlagen für die Ermittlung von Konfliktbereichen bei Grundwasseranstieg	46	Tabelle 15b:	Bewertung von Maßnahmen bei Problemstellung 4	63
Tabelle 8:	Szenarien der Regenwasserversickerung	49			
Tabelle 9a:	Arten der Grundwasserfassung	52			
Tabelle 9b:	Arten der Grundwasserfassung	53			
Tabelle 9c:	Arten der Grundwasserfassung	54			
Tabelle 9d:	Arten der Grundwasserfassung	55			
Tabelle 10:	Arten der Grundwasserableitung	56			



