

GEMEINSAME UMSETZUNGSSTRATEGIE ZUR WASSERRAHMENRICHTLINIE (2000/60/EG)



Leitfaden Nr. 26

LEITFADEN ZU RISIKOBEURTEILUNG UND DER ANWENDUNG VON KONZEPTIONELLEN MODELLEN FÜR GRUNDWASSER(KÖRPER)

übersetzte Fassung des Originaldokuments
Guidance Document No. 26

GUIDANCE ON RISK ASSESSMENT AND THE USE OF
CONCEPTUAL MODELS FOR GROUNDWATER

Projektleitung

Andreas Scheidleder

Übersetzung

Christina Preiner (im Auftrag des Umweltbundesamtes)

Lektorat & Layout

Andreas Scheidleder

Dietmar Müller

Elisabeth Stadler

Maria Deweis

Lisa Riss

Die Verantwortung für die deutsche Übersetzung liegt zur Gänze beim Umweltbundesamt.

Die Übersetzung wurde zu gleichen Teilen vom Umweltbundesamt und vom Lebensministerium finanziert.

8. Abrufung von Teilleistungen Rahmenvertrag Wasserdaten 2009–2011

Geschäftszahl: BMLFUW-UW.3.1.4/0133-VII/1/2010

Interne Zahl des Auftragsvorhabens im Umweltbundesamt

AVH 3376

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

GEMEINSAME UMSETZUNGSSTRATEGIE ZUR WASSERRAHMEN- RICHTLINIE (2000/60/EG)

Leitfaden Nr. 26

LEITFADEN ZU RISIKOBEURTEILUNG UND DER ANWENDUNG VON KONZEPTIONELLEN MODELLEN FÜR GRUNDWASSER(KÖRPER)

Haftungsausschluss:

Dieses Fachdokument wurde im Zuge eines gemeinschaftlichen Programms in Zusammenarbeit mit der Europäischen Kommission, allen Mitgliedstaaten, den Beitrittsstaaten, Norwegen sowie anderen beteiligten Interessengruppen und Nichtregierungsorganisationen entwickelt. Ziel des Dokumentes ist es, eine mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern abgestimmte, informelle, einvernehmliche Position über eine bestmögliche Vorgangsweise zu bieten. Das Dokument vertritt jedoch nicht notwendigerweise die offizielle, formelle Position der Teilnehmenden. Daher stellen die in diesem Dokument ausgedrückten Ansichten nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Kommission dar.

Englische Originalfassung:

Guidance Document No. 26. Guidance on Risk Assessment and the Use of Conceptual Models for Groundwater

Technical Report - 2010 - 042

Copyright für die englische Originalfassung: Europäische Gemeinschaften, 2010

Deutsche Fassung:

Copyright für die deutsche Fassung: Umweltbundesamt und Lebensministerium, Wien, 2011.

Die Verantwortung für die deutsche Übersetzung liegt zur Gänze beim Umweltbundesamt.

Die Übersetzung wurde zu gleichen Teilen vom Umweltbundesamt und vom Lebensministerium finanziert.

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Zahlreiche weitere Informationen zur Europäischen Union sind verfügbar über Internet:
<http://ec.europa.eu>.

VORWORT

Die Wasserdirektoren der Europäischen Union (EU), der Beitrittsländer, der Beitrittskandidaten und der EFTA-Länder haben eine gemeinsame Strategie zur Unterstützung der Umsetzung der Richtlinie 2000/60/EG „zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“ (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL) entwickelt (Common Implementation Strategy, CIS). Das wesentliche Ziel dieser Strategie ist es, eine schlüssige, einheitliche und harmonische Umsetzung der Richtlinie zu ermöglichen. Der Schwerpunkt liegt auf methodologischen Fragestellungen in Zusammenhang mit einem allgemeinen Verständnis der technischen und wissenschaftlichen Folgen der Wasserrahmenrichtlinie.

Eines der Ziele der Strategie liegt insbesondere in der Entwicklung rechtlich nicht verbindlicher und praktischer Leitfäden zu verschiedenen fachlichen und technischen Themenbereichen der Richtlinie. Diese Leitfäden richten sich an jene ExpertInnen, welche die Wasserrahmenrichtlinie in Flusseinzugsgebieten direkt oder indirekt umsetzen. Struktur, Präsentation und Terminologie sind daher auf die Bedürfnisse dieser Fachleute abgestimmt und auf eine formale, juristische Sprache wurde wo immer möglich verzichtet.

Im Zusammenhang mit der oben genannten Strategie wurden mehrere Leitfäden mit direkter Relevanz für das Thema Grundwasser entwickelt und von den Wasserdirektoren bestätigt. Sie bieten Mitgliedstaaten Leitlinien, z. B. bei der Identifikation von Wasserkörpern (CIS-Leitfaden Nr. 2), der Analyse von Belastungen und Auswirkungen (CIS-Leitfaden Nr. 3), Monitoring (CIS-Leitfaden Nr. 7) etc., im breiten Zusammenhang der Entwicklung von integrierten Bewirtschaftungsplänen für Flusseinzugsgebiete, wie in der WRRL verlangt.

In der Folge und im Zusammenhang mit der neuen, unter Artikel 17 der Wasserrahmenrichtlinie entwickelten Grundwasserrichtlinie (GWRL; 2006/118/EG) haben Mitgliedstaaten dem Bedürfnis Ausdruck verliehen, ein breites Spektrum an Themen zu klären. Daher wurden in Ergänzung zu den bereits existierenden neue Leitfäden erstellt, die sich auf sowohl in der WRRL wie auch in der Grundwasserrichtlinie enthaltene Aspekte konzentrieren. Dazu zählen Grundwasser-Monitoring (CIS-Leitfaden Nr. 15), Grundwasser in Trinkwasserschutzgebieten (CIS-Leitfaden Nr. 16), Verhinderung oder Begrenzung direkter und indirekter Schadstoffeinträge (CIS-Leitfaden Nr. 17) und Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser (CIS-Leitfaden Nr. 18).

In Ergänzung dieser Leitfäden und zur Unterstützung des laufenden Umsetzungsprozesses der WRRL wurde beschlossen, Empfehlungen zu den generellen Elementen der Risikobeurteilung und zur Anwendung konzeptioneller Modelle für Grundwasser, wie sie unter der WRRL vorgesehen sind, auszuarbeiten. Diese Ausarbeitung basiert auf den im Projekt RISKBASE gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnissen, das von der Europäischen Kommission im Rahmen des 6. EU-Rahmenprogramms für Forschung und Technologische Entwicklung (FP6) finanziert wurde.

Für die Erstellung des Leitfadens wurde eine informelle Unterarbeitsgruppe unter dem Schirm der CIS-Arbeitsgruppe „Grundwasser“ (WG C) gegründet. Diese Unterarbeitsgruppe wurde von Österreich (RISKBASE), DECHEMA, und Arcadis (NICOLE) koordiniert und bezog eine Reihe von ExpertInnen anderer Mitgliedstaaten wie auch von Organisationen verschiedener Interessengruppen mit ein.

Der vorliegende Leitfaden ist das Ergebnis dieser Unterarbeitsgruppe. Er enthält die Synthese der Ergebnisse von Diskussionen, die seit 2007 stattgefunden haben. Der Leitfaden baut auf den Beiträgen und dem Feedback zahlreicher Fachleute und Interessengruppen auf, die am Prozess seiner Erstellung in Meetings, Workshops, Konferenzen und durch elektronische Medien involviert waren, ohne diese in irgendeiner Weise an diesen Inhalt zu binden.

MITGLIEDER DER UNTERARBEITSGRUPPE

Leitung

Dietmar MÜLLER	Umweltbundesamt (Österreich), RISKBASE (RP6 Projekt)
Thomas TRACK	DECHEMA (Deutschland)
Wouter GEVAERTS	Arcadis (Belgien); NICOLE (Network for Industrially Contaminated Land in Europe)

HauptautorInnen (in alphabetischer Reihung)

Johann-Gerhard FRITSCHÉ	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Deutschland)
Tony MARSLAND	Environment Agency England und Wales (Vereinigtes Königreich)
Manuel VARELA	Ministry of the Environment, Rural and Marine Affairs (Spanien)
Wilko VERWEIJ	RIVM - National Institute for Public Health and the Environment (Niederlande)
Rüdiger WOLTER	Umweltbundesamt (Deutschland)
Susanne WUIJTS	RIVM - National Institute for Public Health and the Environment (Niederlande)

Mitglieder der Unterarbeitsgruppe (in alphabetischer Reihung)

Magnus ASMAN	Swedish Geological Survey (Schweden)
Ruxandra BALAET	Ministry of Environment and Sustainable Development (Rumänien)
Laurent BAKKER	Tauw (Niederlande)
László BALASHAZY	Ministry of the Environment and Water (Ungarn)
Martina BUSSETTINI	APAT (Italien)
Johannes DRIELSMA	Euromines
Rossitza GOROVA	Executive Environment Agency (Bulgarien)
Johannes GRATH	Umweltbundesamt (Österreich)
Lutz HAMANN	Evonik Industries
Marta JOZKOW-DRAZKOWIAK	National Water Management Authority (Polen)
Emilie NEDVEDOVA	Ministry of the Environment (Tschechische Republik)
Hana PRCHALOVA	Masaryk Water Research Institute (Tschechische Republik)
Jörg PRESTOR	Geological Survey (Slowenien)
Elisabeta PREZIOSI	IRSA-CNR – Water Research Institute (Italien)
Manuel SAPIANO	Malta Resources Authority (Malta)
Andreas SCHEIDLEDER	Umweltbundesamt (Österreich)
Paolo SEVERI	Regione Emilia-Romagna (Italien)
Gergana STOEVA	Ministry of Environment and Water (Bulgarien)
Janko URBANC	Geological Survey (Slowenien)
Rob WARD	Environment Agency England und Wales (Vereinigtes Königreich)

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	8
2	RISIKOBEURTEILUNG IM ÜBERBLICK	10
2.1	Umfang	10
2.2	Risikobasiertes Management – Integration von Bewertung und Bewirtschaftung	10
2.3	In der WRRL festgelegte Ziele	11
2.4	Zeitskala der Risikobeurteilung für Grundwasser	12
2.5	Berücksichtigung von Unsicherheiten	12
2.6	Stufenweise Risikobeurteilung	13
2.7	Risikobeurteilung und Vorsorgegrundsatz	15
2.8	Weiterentwicklung der Risikobeurteilung im Verlauf der Planungszyklen für Flusseinzugsgebiete	15
3	DAS KONZEPTIONELLE MODELL IM ÜBERBLICK	17
3.1	Was sind konzeptionelle Modelle und wofür werden sie eingesetzt?	17
3.2	Die Rolle konzeptioneller Modelle bei der Grundwasserbewirtschaftung	19
3.3	Verwendung von konzeptionellen Modellen und Verweise in den CIS Leitfäden	20
3.3.1	<i>Konzeptionelle Modelle in der WRRL</i>	20
3.3.2	<i>Konzeptionelle Modelle in den Leitfäden</i>	22
3.4	Eigenschaften konzeptioneller Modelle	23
3.4.1	<i>Räumliche und zeitliche Dimension</i>	23
3.4.2	<i>Wesentliche Punkte bei der Erstellung eines konzeptionellen Modells</i>	24
3.5	Was es bei der Darstellung zu beachten gilt	24
3.6	Validierung und Qualitätssicherung für konzeptionelle Modelle	25
4	ZIELE DER WRRL UND RISIKOBEURTEILUNG	26
4.1	Schadstoffeinträge verhindern oder begrenzen	26
4.2	Verschlechterung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper verhindern	27
4.3	Den guten Zustands des Grundwassers erreichen	27
4.4	Maßnahmen zur Umkehrung signifikanter und anhaltender steigender Trends	28
4.5	Die Anforderungen für Schutzgebiete erfüllen	28
5	ELEMENTE, DIE IM ZWEITEN PLANUNGSZYKLUS ZU BEACHTEN SIND	29
5.1	Wie Informationen und Daten aus dem vorangegangenen Planungszyklus zu berücksichtigen sind	29
5.1.1	<i>Schlüsselfragen</i>	29
5.1.2	<i>Abgrenzung der Wasserkörper</i>	29
5.1.3	<i>Charakterisierung der Grundwasserkörper</i>	30
5.1.4	<i>Überwachungsdaten</i>	30
5.2	Wie Veränderungen zu berücksichtigen sind	31
5.2.1	<i>Veränderte Landnutzung</i>	31
5.2.2	<i>Klimawandel</i>	31
5.3	Risikobeurteilung, Zustand und Schwellenwerte	32

5.3.1	<i>Abgleich von Methoden zu Charakterisierung & Risikobeurteilung und zur Zustandsbeurteilung</i>	32
5.3.2	<i>Grundwasserrichtlinie</i>	32
5.3.3	<i>Leitfaden zur Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser</i>	33
5.3.4	<i>Auswirkungen auf die Risikobeurteilung</i>	33
5.4	Risikobeurteilung, Maßnahmen und Ausnahmen	34
6	LITERATUR	38

ANHÄNGE

Anhang I	Übersicht über Textstellen in der WRRL und der GWRL, die sich auf "Risiko" beziehen
Anhang II	Erstellen von konzeptionellen Modellen für Grundwassersysteme
Anhang III	Konzeptionelles Modell zur Charakterisierung eines Grundwasserkörpers

VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

CIS	Common Implementation Strategy, Gemeinsame Umsetzungsstrategie zur WRRL
GWK	Grundwasserkörper
GWRL	Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG)
IRGC	International Risk Governance Council, Internationaler Risikorat
KM	Konzeptionelles Modell
RBMP	River Basin Management Plan, Bewirtschaftungsplan für Flusseinzugsgebiete
RP6	6. EU-Rahmenprogramm für Forschung und Technologische Entwicklung
SPR	„Source-Pathway-Receptor“-Konzept
WG C	Arbeitsgruppe C
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)

1 EINLEITUNG

Wie in Artikel 5 der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vorgesehen, wurde im Jahr 2005 von den Mitgliedstaaten die erste Risikobeurteilung für Grundwasserkörper erstellt und berichtet. Diese beinhaltete Angaben, inwieweit Gefahr besteht, dass die Umweltziele der Richtlinie, einschließlich des guten Zustands des Grundwassers (siehe Artikel 4b der WRRL), bis 2015 erreicht oder verfehlt werden. Als weitere Vorbereitungsschritte für den ersten Zyklus der Bewirtschaftungspläne für Flusseinzugsgebiete (RBMP – River Basin Management Plans), die im Dezember 2009 veröffentlicht werden sollten, wurden Überwachungsprogramme eingerichtet und Schwellenwerte festgelegt. Im Zuge des ersten Bewirtschaftungsplans (2009–2015) soll, wie aus Abbildung 1 ersichtlich, bis Dezember 2013 die Risikobeurteilung überprüft werden – in Vorbereitung des zweiten Bewirtschaftungsplans, der 2015 beginnt. In Kapitel 2.4 und Abbildung 4 wird die Beziehung zwischen Risikobeurteilung gemäß Artikel 5 und Zustandsbeurteilung dargestellt.

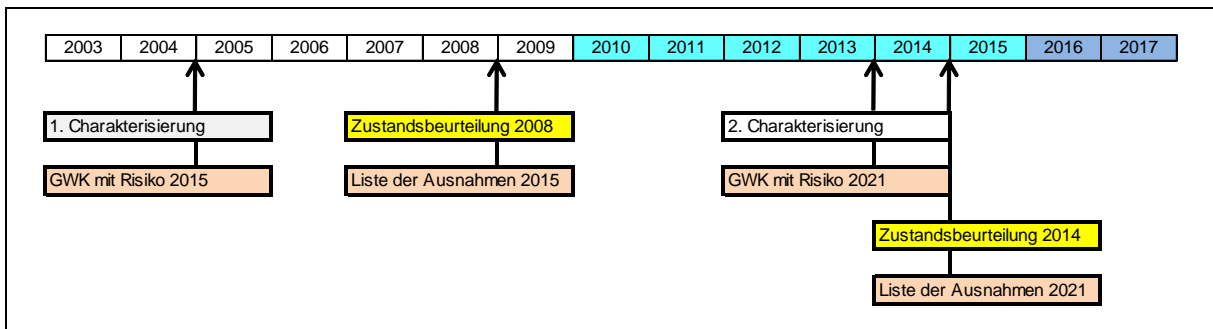


Abbildung 1: Umsetzung der WRRL – Zeitplan 1. und 2. Zyklus.

Der vorliegende Leitfaden beschreibt die allgemeinen Bestandteile der Risikobeurteilung, den Einsatz konzeptioneller Modelle und ihre gezielte Anwendung für das Grundwasser gemäß der WRRL. Im Zentrum steht ein gemeinsames breiteres Verständnis, wonach Charakterisierung und Risikobeurteilung sich auf fünf in Artikel 4 definierte Ziele beziehen (siehe Kapitel 3). Demnach bietet der Leitfaden einen ganzheitlichen Einblick in die Risikobeurteilung und den Einsatz konzeptioneller Modelle. Ziel ist es, einen gemeinsamen Kontext zu formulieren und nicht eine eingegrenzte Vorgehensweise oder gar ein streng einzuhaltendes Rezept vorzugeben.

Bei der Risikobeurteilung wird versucht, entlang eines Umweltpfades den kausalen Zusammenhang zwischen der Ursache einer Gefährdung oder Belastung (d. h. einer festgestellten oder vermuteten Schadstofffracht) und den Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt (unter Verwendung von Begriffen wie Empfindlichkeit, Exposition und Folgenabschätzung) darzustellen. Dazu gehört auch eine Beurteilung der Wahrscheinlichkeit und Zuverlässigkeit einer solchen Prognose. Wissenschaftlich wird dies allgemein als „Source-Pathway-Receptor“-Konzept (SPR) bezeichnet. Da Risikobeurteilungsverfahren faktisch für eine Reihe von Themen und Maßstäben gelten müssen, werden je nach Einsatzgebiet unterschiedliche Verfahren angewendet.

Die in diesem Leitfaden vorgeschlagenen Konzepte basieren auf den Erfahrungen, die seit den ersten Berichten gemäß Artikel 5 der WRRL gemacht wurden (wie in der Arbeitsgruppe WG C im Januar 2004 besprochen). Bei diesen Verfahren werden auch die ersten Ergebnisse der im Rahmen der WRRL eingeführten Überwachungsprogramme berücksichtigt.

Wesentlicher Schwerpunkt dieses Leitfadens ist die Beschreibung einer kohärenten Vorgangsweise zur Beurteilung von Risiken, die auf verschiedene Belastungen zurückzuführen sind (wie diffuse oder punktförmige Schadstoffquellen in Bezug auf die Grundwasserqualität bzw. Entnahmen in Bezug auf die Grundwassermenge), in unterschiedlichen Größenordnungen – von der lokalen Ebene vor Ort bis hin zum Maßstab eines Grundwasserkörpers. Somit versteht sich dieser Leitfaden als Ergänzung zu den CIS-Leitfäden Nr. 15 (Monitoring, [6]), Nr. 16 (Grundwasser in Trinkwasserschutzgebieten, [5]), Nr. 17 (Direkte und indirekte Schadstoffeinträge, [3]) und Nr. 18 (Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser, [4]).

Im Zuge des Analyseprozesses der SPR-Beziehungen bildet sich auf Basis verfügbarer Nachweise bzw. Erkenntnisse ein konzeptionelles Verständnis bzw. eine Reihe von Hypothesen. Dieses konzeptionelle Modell kann geprüft und mit zunehmender Verfügbarkeit neuer Daten sukzessive weiterentwickelt werden. Die Verwendung konzeptioneller Modelle als wesentliches Instrument in der Risiko- und

Zustandsbeurteilung des Grundwassers wird von der neuen Grundwasserrichtlinie (GWRL, 2006/118/EG) anerkannt und in Kapitel 3 dieses Leitfadens beschrieben.

Für die Planung von Überwachungssystemen und die Entwicklung von Sanierungsmaßnahmen ist die Rolle der Risikobeurteilung bei der Grundwasserbewirtschaftung, einschließlich der Aufbereitung der Informationen und Daten unbestritten von großer Bedeutung. Eine Voraussetzung für die Grundwasserrisikobeurteilung ist ein profundes Verständnis der Grundwassersysteme. Dies wird mit Hilfe konzeptioneller Modelle erlangt und muss an die Zyklen der Grundwasserbewirtschaftung angepasst und weiterentwickelt werden.

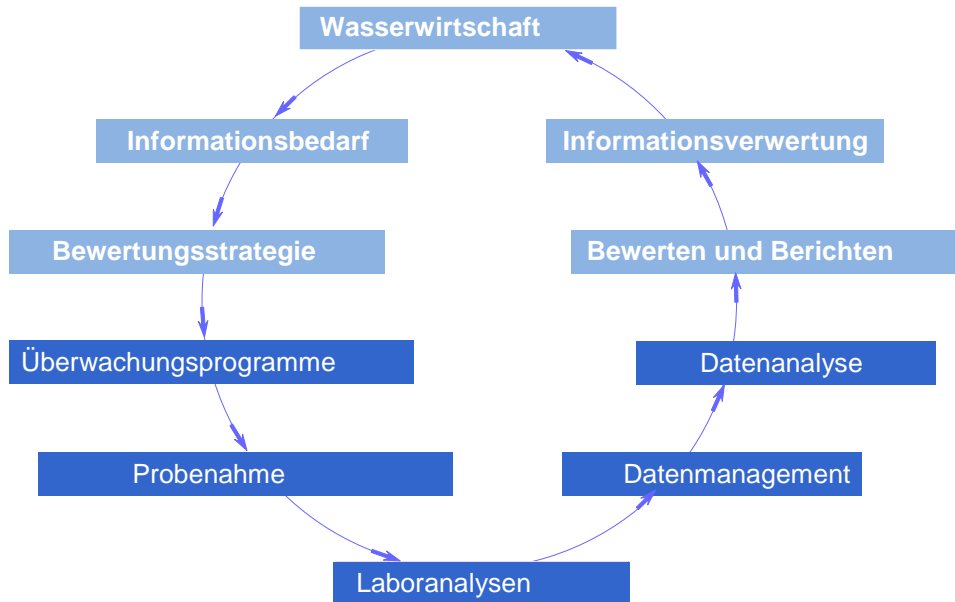


Abbildung 2: Die Wasserwirtschaft als zyklischer Prozess [9].

2 RISIKOBEURTEILUNG IM ÜBERBLICK

2.1 Umfang

Dieser Leitfaden befasst sich mit den Begriffen "Risiko" und "Risikobeurteilung", wie sie in der WRRL und der GWRL verwendet werden und in Anhang I zu diesem Leitfaden angeführt sind. Im Kontext dieses Leitfadens ist Risiko als die Gefahr, die Umweltziele der WRRL nicht zu erreichen, zu verstehen (siehe Kapitel 2.3 und 3) und nicht im herkömmlichen Sinn einer möglichen Gefahr für die menschliche Gesundheit oder Umwelt. Der erste Planungszyklus für die Flusseinzugsgebiete gemäß der WRRL begann im Dezember 2003 mit der Umsetzung der WRRL in nationales Recht. Die Veröffentlichung des ersten Bewirtschaftungsplans für Flusseinzugsgebiete (RBMP, River Basin Management Plan) für den Zeitraum 2009–2015 hatte im Dezember 2009 zu erfolgen. Demnächst beginnt die Vorbereitung für den nächsten RBMP, da die Mitgliedstaaten mindestens drei Jahre vor Beginn des Zeitraums, auf den sich der Plan bezieht (also bis 2012), einen Zeitplan und ein Arbeitsprogramm für die Erstellung des Plans vorzulegen haben. Die Überprüfung der Risikobeurteilung gemäß Artikel 5 der WRRL ist 2013 fällig. In den kommenden Risikobeschreibungen für Grundwasser im Zuge der nächsten Planungszyklen werden auch die Daten aus der Überwachung und die Verfahren der Zustandsbeurteilung berücksichtigt (einschließlich der Schwellenwerte, die von den Mitgliedstaaten festgesetzt wurden).

2.2 Risikobasiertes Management – Integration von Bewertung und Bewirtschaftung

Gestützt auf eine Analyse etablierter Risikomanagement-Ansätze entwickelte der Internationale Risikorat (IRGC, International Risk Governance Council) für den Umgang mit unterschiedlichsten Risiken eine neue Systematik an Lenkungselementen (Risk Governance Framework), die politische EntscheidungsträgerInnen, Behörden und RisikomanagerInnen dabei unterstützen soll, das Konzept der Risikosteuerung zu verstehen und es in ihrem Umgang mit Risiken anzuwenden. Eine detaillierte Beschreibung des Systems wurde 2005 im Weißbuch des IRGC zu Risk Governance veröffentlicht [1]. Die Systematik wird auf der IRGC-Website vorgestellt¹.

In dem Weißbuch stellt der IRGC ein Modell der ganzheitlichen Risikosteuerung (Risk Governance) vor (siehe Abbildung 3), welches eine Struktur für einen integrativen Prozess in Hinblick auf Beurteilung und Management von Risiken bietet. Das Konzept setzt sich aus vier Phasen zusammen: Vorbeurteilung (Pre-Assessment), Risikoabschätzung (Risk Appraisal), Beschreibung und Evaluierung (Characterisation and Evaluation) und schließlich Management (fundierte Entscheidungen und Umsetzung). Parallel dazu verläuft Risikokommunikation (Risk Communication) als fünftes Element.

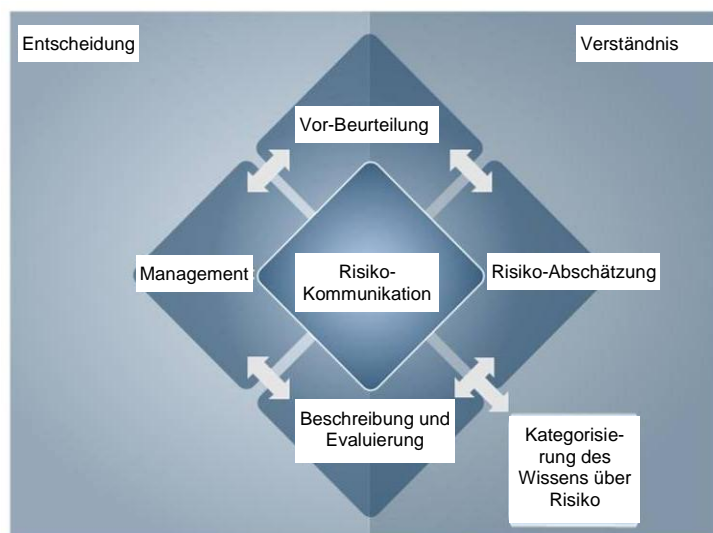


Abbildung 3: Basismodell der System- und Lenkungselemente für Umgang und Kontrolle von Risiken (IRGC 2007a).

¹ http://www.irgc.org/IMG/pdf/An_introduction_to_the_IRGC_Risk_Governance_Framework.pdf

Umgelegt auf das IRGC-System entspricht die Grundwasserrisikobeurteilung im Rahmen der WRRL-Umsetzung der Vor-Beurteilungsphase, die eine Grundvoraussetzung für die Erstellung eines integrierten kohärenten Informations- und Datenerfassungsprozesses darstellt. Das gewährleistet ein gutes Verständnis in der Beschreibungs- und Evaluierungsphase, die mit der Zustandsbeurteilung vergleichbar ist. Zu beachten ist, dass bei der Evaluierung entsprechend der IRGC-Systematik zwischen allgemein akzeptierten Risiken (keine Maßnahmen), tolerierbaren Risiken (Maßnahmen zur Risikoreduktion unter Berücksichtigung von Betrachtungen zu Aufwand und Nutzen) und nicht tolerierbaren Risiken unterschieden wird.

Dem Verständnis von RISKBASE² folgend ist die WRRL risikobasiert, umweltzentriert und erkennt dabei die Notwendigkeit an, Verbesserungen für die Qualität von Gewässern und Ökosystemen mit wirtschaftlichen Nutzen zu vereinen [2]. In Zusammenhang mit der IRGC-Systematik werden für eine Umgestaltung der allgemeinen Grundvoraussetzungen und zur Entwicklung der besten Praktiken gut geplante, koordinierte und überwachte „Lerneinzugsgebiete“ vorgeschlagen, die einen gemeinsamen europäischen Ausgangspunkt und Ideenpool zur weiteren Integration von Bewertung und Bewirtschaftung in Flusseinzugsgebieten darstellen könnten.

2.3 In der WRRL festgelegte Ziele

Die zahlreichen Risiko-Verweise in der WRRL (siehe Anhang I) basieren auf der Beurteilung der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf die Umwelt, insbesondere jener Auswirkungen, die das Erreichen der WRRL-Ziele (wie in Artikel 4 angeführt³) behindern könnten.

Artikel 4 beinhaltet fünf Ziele für das Grundwasser:

1. Die Einleitung von Schadstoffen verhindern oder begrenzen;
2. eine Verschlechterung des Zustands der Grundwasserkörper verhindern;
3. einen guten Zustand des Grundwassers erreichen (sowohl chemisch als auch mengenmäßig);
4. Maßnahmen setzen, um alle signifikanten und anhaltenden steigenden Trends von Schadstoffkonzentrationen umzukehren;
5. die Anforderungen für Schutzgebiete erfüllen.

Die Zielsetzungen der WRRL gelten für unterschiedliche Größenordnungen, weshalb auch das „Source-Pathway-Receptor“-Konzept (SPR) für die jeweiligen Ziele größenabhängig ist. Das wirkt sich unmittelbar auf den Umfang und Maßstab der konzeptionellen Modelle aus, die ein wesentlicher Teil der Beschreibung und Beurteilung der Risiken sind.

Die Risikobeurteilung in Bezug auf die Grundwassermenge konzentriert sich auf die Ziele 2, 3 und 5 und insbesondere den mengenmäßigen Zustand gemäß Anhang V, 2.1.2 der WRRL. Um allen Elementen dieser Definition Rechnung zu tragen, ist die Beurteilung der Risiken in verschiedenen Maßstäben nötig – von der lokalen Größenordnung (Auswirkungen auf einzelne abhängige Oberflächengewässer oder Landökosysteme) bis zum Grundwasserkörper (Ausgeglichenheit zwischen Neubildung und Entnahme der verfügbaren Ressource).

Unter Berücksichtigung der Definition des guten Qualitätszustands im Anhang V der WRRL treffen alle Ziele von Artikel 4 auf die Grundwasserqualität zu. Die Beziehungen zwischen diesen Zielen sind komplexer und enger miteinander verknüpft, wie nachfolgend und in den CIS-Leitfäden Nr. 17 und Nr. 18 [3, 4] beschrieben. Die Risiken müssen für eine große Bandbreite an SPR-Beziehungen und -Maßstäben beurteilt werden, angefangen vom lokalen Maßstab (zum Beispiel die Überlegung, ob die Konstruktion und die Bedienelemente, die bei der Lagerung gefährlicher Stoffe in einem Tank Anwendung finden, ausreichen, um ein Austreten aus dem Tanksystem und ein Eintreten in das Grundwas-

² Integrierte risikobasierte Bewirtschaftung (Integrated risk-based Management) des Wasser-Sediment-Boden-Systems in der Größenordnung der Flusseinzugsgebiete; gefördert im Zuge des 6. EU-Rahmenprogramms für Forschung und Technologische Entwicklung (RP6), GOCE 036938

³ Für den chemischen Zustands des Grundwasser beinhaltet dies, dass die Anforderungen von Artikel 7 (Ziele für Trinkwasserschutzgebiete, CIS-Leitfaden Nr. 16) erfüllt werden.

ser zu verhindern), über die mittlere Größenordnung (zum Beispiel die Auswirkungen auf einzelne Entnahmebrunnen oder Landökosysteme) bis hin zu ganzen Grundwasserkörpern (ob ein Körper den guten Zustand erreicht).

2.4 Zeitskala der Risikobeurteilung für Grundwasser

Auch den Zeithorizont, über den Risiken zu bewerten sind, gilt es zu berücksichtigen. Um die Risiken auf täglicher Basis zu verwalten, wird das Hauptaugenmerk bei den Verhinderungs- oder Begrenzungszielen auf die unmittelbare Auswirkung einer Tätigkeit auf das Grundwasser gelegt. Dabei werden bestehende gute Kontrollen erhalten, das Management, wo nötig, verbessert und diese Tätigkeit, wenn gefordert, eingeschränkt oder verboten. Im Gegensatz dazu müssen bei der Evaluierung, ob ein guter Grundwasserzustand erreicht werden kann, die für hydrogeologische Prozesse in der Größenordnung der Grundwasserkörper typischen langen Zeitskalen bedacht werden. Bis Risikomanagementmaßnahmen sich nennenswert auf den Zustand auswirken, können mehrere Jahre (oder sogar Jahrzehnte) vergehen.

Alle sechs Jahre erfolgt formal die Zustandsbeurteilung (Klassifizierung der Wasserkörper) und ein Bericht darüber, basierend auf den Überwachungsdaten, die im vorangegangenen Planungszyklus für Flusseinzugsgebiete erhoben wurden. Der derzeitige Zustand des Wasserkörpers spiegelt die Auswirkungen der in den vorangegangenen Planungsperioden getroffenen Maßnahmen wider. Im Gegensatz dazu wird bei der Risikobeurteilung für alle Ziele von Artikel 4 (unter Berücksichtigung sowohl des chemischen als auch des mengenmäßigen Zustands) einige Jahre vorausgeblickt und zu prognostizieren versucht, wie die Bedingungen des Grundwasserkörpers am Ende des RBMP-Zyklus sein werden. Dies wird in Artikel 5 der WRRL (Verpflichtung zur Vorlage eines Berichts gemäß Artikel 15 der WRRL) beschrieben und in Abbildung 4 dargestellt. Auf Grundlage dieser Bewertung und der in den Artikeln 4 und 11 der WRRL angeführten Vorgangsweisen kann es notwendig sein, Maßnahmen zu setzen. Zu diesen Maßnahmen, die auf die im Bericht gemäß Artikel 5 identifizierten Risiken eingehen, können eine strategische Planung, Sanierungspläne, Entnahmebegrenzungen und die oben genannten Maßnahmen zur „Verhinderung oder Begrenzung“ zählen.

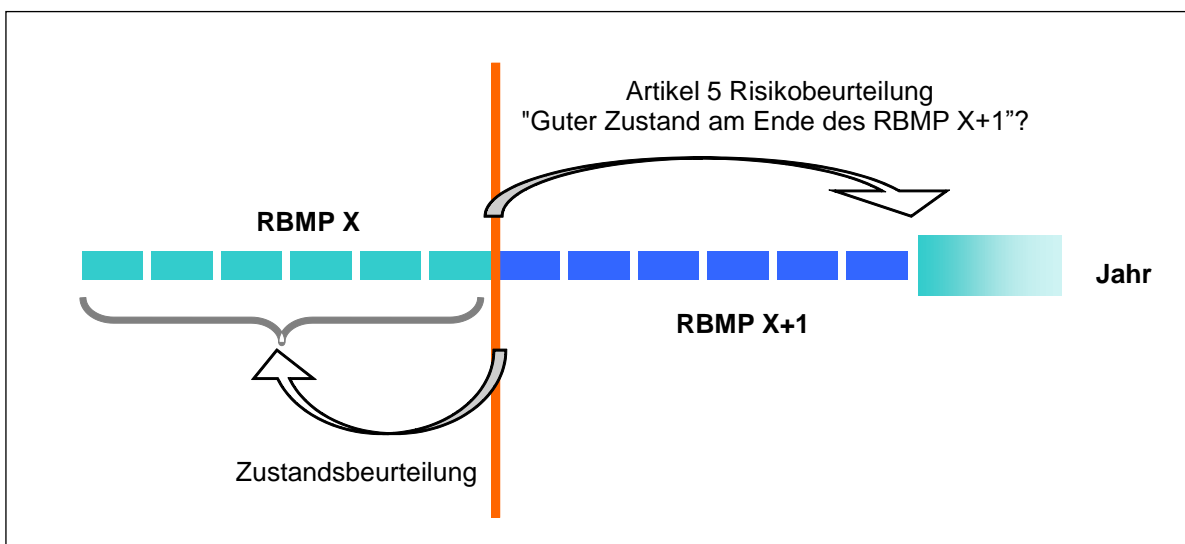


Abbildung 4: Die Risikobeurteilung betreffend die Zustandsziele blickt in die Zukunft, während die Zustandsbeurteilung auf die Entwicklung zurückblickt (aus CIS-Leitfaden Nr. 18 [4]).

2.5 Berücksichtigung von Unsicherheiten

In allen Stadien von Risikobeurteilung und Managementprozessen spielen Unsicherheitsfaktoren eine Rolle. Die Analyse der Quellen und des Ausmaßes der Unsicherheiten ermöglicht es, Wissenslücken zu erkennen und die Entscheidungsträger über die am besten geeigneten Risikomanagementmaßnahmen beziehungsweise über die Notwendigkeit etwaiger Präventivmaßnahmen zu informieren. Bei der Entscheidung zwischen verschiedenen Risikomanagementoptionen ist das Verständnis von Be-

deutung, ob und in welchem Ausmaß verschiedene Unsicherheitsquellen (bei den Daten, bei der Probenentnahme, Umweltvariabilität, mangelnde Kenntnis und Modelle) zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der abschließenden Risikobeurteilung beitragen. In diesem Zusammenhang ist eine Sensitivitätsanalyse (mit variierenden Parameterwerten im Risikomodell zwecks Untersuchung der abweichenden Ergebnisse) sehr nützlich.

Im Vergleich zu den meisten Umweltmedien ist Grundwasser oft kaum erreichbar, sehr heterogen und schwer zu beobachten bzw. zu überwachen. Die Bewegung der Schadstoffe in drei räumlichen Dimensionen und über die für viele Grundwasserleiter typischen, langen Zeiträume hinweg, machen Prognosen schwierig. Infolgedessen liegen vielen hydrogeologischen Beurteilungen hohe Unsicherheiten zugrunde, insbesondere in Bezug auf die Ausbreitung von Schadstoffen. Zum Beispiel stellen der Transport und die Verminderung von Schadstoffen in der ungesättigten Zone einen wesentlichen Faktor bei der Bestimmung des Risikos für die Grundwasserqualität dar. Die dabei maßgeblichen Prozesse zählen jedoch per se zu denen, die am schwierigsten zu überwachen oder abzuschätzen sind.

Risikobeurteilung und Unsicherheitsanalyse finden beim Grundwasserschutz in hohem Maße Anwendung. Sie können als Gegengewicht zu den Kosten und praktischen Schwierigkeiten bei der direkten Beobachtung von Verbindungen zwischen Schadstoff und Rezeptor fungieren. Für viele Prozesse, die in Bezug auf den Rückhalt, Abbau und Verteilung von Schadstoffen im Untergrund bestimmend sind, sind statistische oder deterministische Ansätze zur Risikobeurteilung nicht nötig oder nicht durchführbar, sodass ein abgestufter evidenzbasierter Bewertungsansatz („weight of evidence“⁴ approach) ausreichend oder auch die beste gangbare Lösung sein kann. In beiden Fällen bilden konzeptionelle Modelle (siehe Kapitel 3 und Anhang II) ein wesentliches Instrument zur Unterstützung bei der Risikobeurteilung.

2.6 Stufenweise Risikobeurteilung

Selten stehen bei der Grundwasserbeurteilung genügend Daten für verlässliche Prognosen hinsichtlich der Ergebnisse zur Verfügung. In Kombination mit einer Einschätzung der Zuverlässigkeit und Aussagekraft vorhandener Daten kann eine stufenweise Risikoabschätzung zur Fokussierung auf jene Gebiete beitragen, die sich durch hohe Unsicherheiten bei der Abschätzung auszeichnen oder in Bezug auf Entscheidungen zur Kontrolle und Verminderung von Risiken von besonderer Bedeutung sind.

Abbildung 5 zeigt ein typisches Beispiel einer Abschätzung in mehreren Stufen. Die Risikobeurteilung hat hier das Ziel, Grundwasserkörper einzuteilen in „Risiko vorhanden“, einen guten Zustand im Sinne der WRRL nicht zu erreichen, oder „kein Risiko vorhanden“. Ausgehend von den Daten der Überwachung sowie zu Gefahrenpotenzialen und klar definierten Umweltnormen kann bei der abgestuften Risikobeurteilung effizient und pragmatisch unterschieden werden, zwischen Grundwasserkörpern, für die mit hoher Wahrscheinlichkeit die Umweltziele der WRRL erreicht („kein Risiko“) oder verfehlt werden („Risiko, den guten Zustand im vorgesehenen Zeitraum nicht zu erreichen“). In der Mitte der Abbildung bleibt eine Gruppe von Körpern übrig, bei denen Zuverlässigkeit und Aussagekraft bei der Abschätzung relativ gering ist (substanzielle Unsicherheit). Die Vor-Beurteilung (qualitatives Risikoscreening) sowie die semiquantitative Abschätzung sind belastungs- und parameterspezifisch (z.B. Nachweis von Parameter A, Unsicherheit und weitere Untersuchung in Hinblick auf Parameter B nötig) und dienen als Vorbereitung auf die abschließende Risikobeurteilung und Einstufung.

⁴ Die Verwendung aller verfügbaren Daten zur Abschätzung des wahrscheinlichsten Ergebnisses oder zumindest in welche Richtung die Beurteilung tendieren wird.

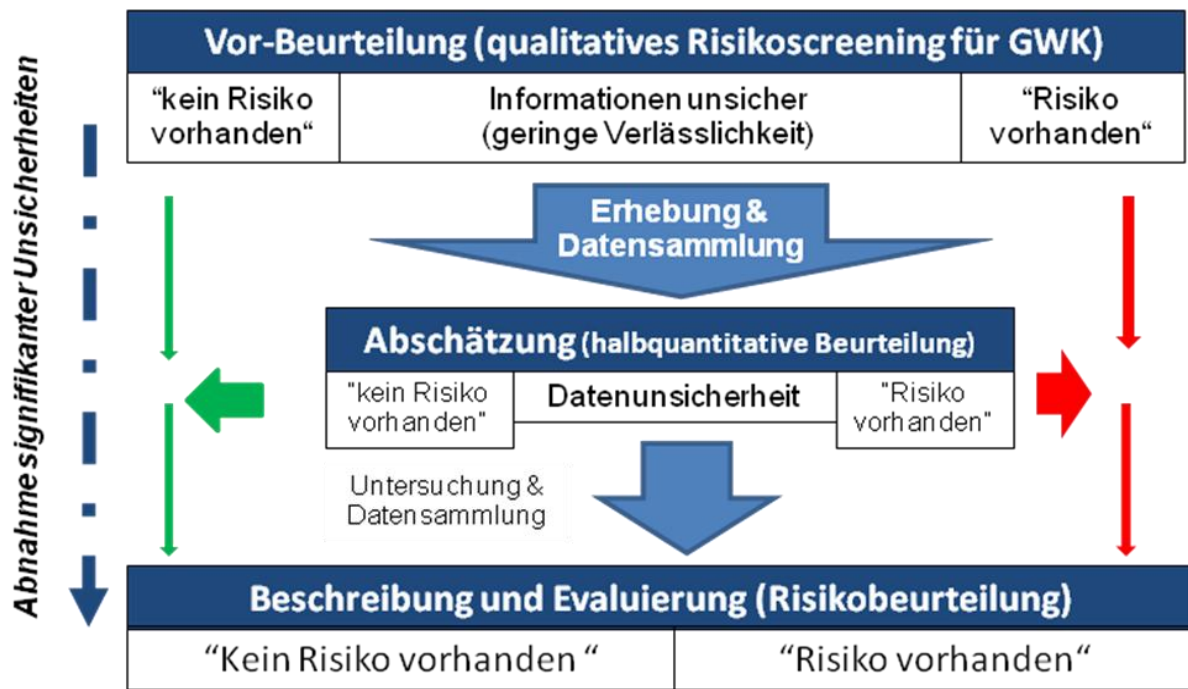


Abbildung 5: Stufenweiser Ansatz zur Risikobeurteilung (aus *Technical Report on Groundwater Risk Assessment* – adaptiert)

In der nächsten Beurteilungsstufe (häufig als semiquantitative Beurteilung bezeichnet) liegt der Schwerpunkt bei der weiteren Datenermittlung und Analyse auf den verbleibenden Körpern. Diese werden dann nochmals in „kein Risiko vorhanden“ bzw. „Risiko vorhanden“ unterteilt, sofern nun ausreichend Zuverlässigkeit in der Beurteilung besteht. Übrig bleibt eine weitere Tranche an Körpern, die nach wie vor signifikante Unsicherheit aufweisen. Der Vorgang wird wiederholt, bis alle Körper ausreichend zuverlässig bewertet werden können. Daraus ergibt sich, dass eine zusätzliche Untersuchung und Überwachung schwerpunktmäßig in jenen Bereichen erfolgen soll, wo die größte Unsicherheit besteht, und nicht in jenen, wo mit Sicherheit gesagt werden kann, dass das Grundwasser gemäß der Risikobeurteilung eindeutig kategorisiert werden kann, ob ein Risiko vorhanden ist oder nicht. Wenn bei den Daten deutliche Unsicherheiten bestehen bleiben, muss bei der Beschreibung und Evaluierung nach einem transparenten evidenzbasierten Bewertungsansatz vorgegangen werden, um den Grundwasserkörper als „Risiko vorhanden“ oder „kein Risiko vorhanden“ einzustufen.

Die stufenweise Bewertung ist Teil des allgemeinen WRRL-Planungsprozesses für Flusseinzugsgebiete. Die erstmalige Beschreibung erfolgt oft auf Grundlage weniger Daten und daher vorsichtig. Werden Risiken erkannt, muss eine weitergehende Beschreibung erfolgen, um die möglichen Belastungen, Auswirkungen und Unsicherheitsgebiete festzustellen. Ab dem zweiten Zyklus sollten sich die Unsicherheiten verringern, da Monitoringdaten aus dem Überwachungsprogramm der WRRL verfügbar sein werden. Diese Daten können dann zur Verbesserung der Risikobeurteilung genutzt werden. Mit Bezug zu Abbildung 2 und Abbildung 4 ist festzuhalten, dass die Überwachungsstrategie, das Maßnahmenprogramm und die Zustandsbeurteilung (einschließlich der Festsetzung der Schwellenwerte) nach der Risikobeurteilung erfolgen. Somit sollten für den Planungszyklus (x+1) die im vorangegangenen Planungszyklus (x) erworbenen Erkenntnisse zur Überarbeitung der Überwachungsstrategie, des Maßnahmenprogramms und der Schwellenwerte eingesetzt werden.

2.7 Risikobeurteilung und Vorsorgegrundsatz

Die von der Europäischen Kommission gewählte Vorgangsweise bei der Anwendung des Vorsorgegrundsatzes geht aus einer Mitteilung aus dem Jahr 2000 hervor⁵. In der Rio-Deklaration⁶ wird auf den Vorsorgegrundsatz folgendermaßen eingegangen:

„Drohen schwerwiegende oder bleibende Schäden, so darf ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit kein Grund dafür sein, kostenwirksame Maßnahmen zur Vermeidung von Umweltverschlechterungen aufzuschieben.“

Diesem Prinzip zufolge ist es nicht akzeptabel, Maßnahmen aufgrund von Ungewissheit aufzuschieben, wenn die Gefahr eines schwerwiegenden Schadens besteht. Die Risikobeurteilung mag manchmal als Widerspruch zu diesem Grundsatz erscheinen, kann in der Praxis jedoch zur Klärung von Fragen und auch zu einer rechtzeitigen Identifikation von Situationen dienen, die Vorsorgemaßnahmen rechtfertigen.

Die Anwendung des Vorsorgeprinzips setzt voraus, dass eine wissenschaftliche Risikobewertung wegen unzureichender, nicht eindeutiger oder ungenauer Daten keine hinreichend genaue Bestimmung des betreffenden Risikos zulässt.⁷

Umgekehrt kann mit Hilfe der Risikobeurteilung auch herausgefunden werden, wo es unwahrscheinlich ist, dass Einwirkungen auftreten bzw. ein ernstes Risiko darstellen könnten. Sollten sich das Wissen und die Zuverlässigkeit anhand weiterer Untersuchungen entscheidend verbessern und eine deutliche Fokussierung auf die zu treffenden Risikomanagementmaßnahmen ermöglichen, können die Maßnahmen aufgeschoben werden – vorausgesetzt dass dadurch keine schwerwiegenden oder bleibenden Schäden resultieren.

Das Prinzip sollte im Rahmen eines strukturierten Risikoanalyseansatzes erwogen werden, der drei Punkte beinhaltet: Risikobeurteilung, Risikomanagement und Risikokommunikation. Wenn unmittelbare Maßnahmen notwendig sind, die sich im Vorsorgeprinzip (siehe Zitat) begründen, sollten die getroffenen Maßnahmen in Hinblick auf eine umfassendere Risikobeurteilung unter anderem

- Gegenstand von Überprüfungen unter Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Daten und
- in der Lage sein, die Verantwortung für die nötigen wissenschaftlichen Nachweise klar zu definieren.

Die Vermeidung eines Eintrags von gefährlichen Stoffen ins Grundwasser stellt ein Beispiel für eine Herangehensweise im Sinne des Vorsorgegrundsatzes dar. Stoffe werden aufgrund ihrer Eigenschaften in Bezug auf Toxizität, Persistenz und Bioakkumulation als gefährlich eingestuft. Unabhängig davon gibt es jedoch Situationen, die trotz des Nachweises von gefährlichen Stoffen im Grundwasser nicht im Widerspruch zum Vorsorgegrundsatz stehen. Wenn anhand einer Risikobeurteilung (unterstützt durch Beobachtungsdaten) nachgewiesen werden kann, dass diese Einträge gefährlicher Stoffe in ein Gewässer keine mehr als geringfügigen Auswirkungen auf die Umwelt verursachen und außerdem alle notwendigen und angemessenen Maßnahmen zur Vermeidung getroffen wurden, sind entsprechende Verunreinigungen gemäß WRRL tolerierbar und es wird auch dem Vorsorgeprinzip entsprochen.

2.8 Weiterentwicklung der Risikobeurteilung im Verlauf der Planungszyklen für Flusseinzugsgebiete

In den ersten gemäß Artikel 5 vorgelegten Berichten (in Einklang mit Artikel 15) hatten die Mitgliedstaaten Prognosen zu erstellen, die auf relativ spärlichen Daten und häufig einem eher allgemeinen Wissen über die operationellen Anforderungen für die Ziele gemäß Artikel 4 der WRRL basierten. So waren beispielsweise zum Zeitpunkt, als die ersten Berichte erstellt wurden, die genauen Anforderungen betreffend die Grundwasserqualität (und insbesondere den chemischen Zustand des Grundwassers) unbekannt, da diese Gegenstand der GWRL und des CIS-Leitfadens Nr. 18 [4] waren. Die ersten Risikobeurteilungen wiesen demzufolge erhebliche Unsicherheiten auf.

⁵ „Mitteilung der Kommission zur Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips“, KOM(2000) 1

⁶ Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED), 1992

⁷ KOM (2000) 1 endgültig, S. 18

Heute, da mehrjährige Überwachungsdaten und die ersten Zustandsbeurteilungen (Klassifikationen) vorliegen, profitieren die Mitgliedstaaten auch von mehr Klarheit in Bezug auf Zielsetzungen sowie operative Anforderungen. Mithilfe konzeptioneller Modelle können außerdem für Grundwasserkörper, deren bisherige Risikobeurteilung von größeren Unsicherheiten geprägt war, gezielt neue Risikoanalysen durchgeführt werden. Dadurch können, aufbauend auf die Arbeit des vorangegangenen Planungszyklus für Flusseinzugsgebiete, eine gezielte Verbesserung und Weiterentwicklung künftige Risikobeurteilungen erfolgen.

Dem Verlauf der Planungszyklen folgend sollten Anwendung und Umfang der Risikobeurteilungen (und die damit verbundenen Unsicherheiten) in Folge der besserer Daten und der Wirkungen der Maßnahmen(-programme) abnehmen, außer wenn sich neue Gefahren für die Umwelt ergeben. Da für die WRRL weiterhin Überlegungen und Prognosen zu komplexen Umweltbedingungen und -prozessen notwendig sein werden, wird jedoch ein gewisser Aufwand für Risikobeurteilung dauerhaft nötig sein,

3 DAS KONZEPTIONELLE MODELL IM ÜBERBLICK

3.1 Was sind konzeptionelle Modelle und wofür werden sie eingesetzt?

Ein konzeptionelles Modell bildet die Grundlage für verlässliche Entscheidungen in Bezug auf Grundwasserrisikobeurteilung und -management. Ziel ist, über ein Instrument zu verfügen,

- damit ExpertInnen ihr Verständnis des Grundwassersystems im gegenseitigen Austausch weiterentwickeln und vervollständigen können;
- um die Kommunikation mit der Öffentlichkeit und den Entscheidungsträgern zu erleichtern: NichtexpertInnen wird verständlich gemacht, wie ein Aquifersystem funktioniert;
- um sowohl einfache als auch komplexe Grundwasserkörper, je nach Fragestellung, verständlich und anschaulich darzustellen;
- um darzustellen, wie, wo und wann Risiken für das Grundwasser bestehen können;
- um Risiken für das Grundwasser zu beurteilen;
- um Überwachungssysteme und -maßnahmen zum Schutz oder zur Sanierung des Grundwassers zu planen;
- um die Auswirkungen der Maßnahmen vorherzusagen;
- um eine verlässliche Grundlage zur Simulation und Prognose von Grundwasserprozessen mit mathematischen und numerischen (Computer-)Modellen zu erhalten;
- das als Hilfestellung bei der Beurteilung, ob ein Grundwasserkörper die Ziele gemäß Artikel 4 erreicht, dienen kann;
- um festzustellen, warum ein Grundwasserkörper die Ziele betreffend den guten Zustand nicht erreicht;
- um eine engere Auswahl von möglichen Maßnahmen zu treffen, die am ehesten dazu geeignet sind, die Situation effizient und nachhaltig zu verbessern;
- um Ausnahmen bzw. Alternativziele zu rechtfertigen, wenn die Gefahr besteht, dass der gute Zustand des Grundwassers nicht erreicht wird.

In der neuen Grundwasserrichtlinie sowie in einigen CIS-Leitfäden wird der Einsatz von „konzeptionellen Modellen“ verpflichtend vorgeschrieben oder empfohlen (siehe Kapitel 3.3). Der Begriff „konzeptionelles Modell“ wird jedoch in der Grundwasserrichtlinie nicht definiert. Auch in jenen CIS-Leitfäden, die solche Modelle empfehlen, findet sich keine allgemeingültige Definition (unterschiedliche Definitionen siehe Tabelle 2). Die Umstände, unter denen konzeptionelle Modelle Anwendung finden, können sehr unterschiedlich sein: von detaillierten Bewertungen durch HydrogeologInnen bis zur vereinfachten Darstellung einander beeinflussender Prozesse für die Kommunikation mit Interessengruppen. Dass der Einsatz konzeptioneller Modelle in einigen Leitfäden empfohlen wird, macht deutlich, dass diese ein *wichtiges* Werkzeug bei der Grundwasserbewirtschaftung darstellen.

Erste Erfahrungen mit den Berichten zur Bestandsaufnahme und den Zustandsbeurteilungen zeigen, dass die Mitgliedstaaten sehr unterschiedliche Ansätze verfolgen. Die Arbeitsgruppe C hat diesen Leitfaden mit dem Ziel initiiert, ein gemeinsames Verständnis zu konzeptionellen Modellen und deren Einsatz bei der Grundwasserbewirtschaftung sowie zur Risikobeurteilung zu schaffen. Der Begriff „konzeptionelle Modelle“ wurde bereits zuvor in einigen Leitfäden als unterstützendes Instrument für unterschiedliche Zwecke eingeführt. Dieser Leitfaden bildet eine Ergänzung zu den bisherigen Dokumenten, bietet dabei einen Überblick über den Kenntnisstand zu diesem Thema und setzt es mit den verschiedenen Schritten der Grundwasserbewirtschaftung in Beziehung.

Es ist nicht das Ziel, eine „korrekte“ Definition des Ausdrucks „konzeptionelles Modell“ zu liefern, sondern zu diskutieren, wie Modelle im Allgemeinen und konzeptionelle Modelle im Speziellen als Hilfsmittel bei der Grundwasserbewirtschaftung eingesetzt werden können. Bei Überlegungen zum Thema (Grund-)Wasserbewirtschaftung sieht die WRRL vor, dass zunächst das gesamte verfügbare Wissen

(so gering es auch sein mag) eingebracht wird. Anschließend wird der Fokus darauf gelegt, welche Risiken für die Umwelt oder den Menschen bestehen oder bestehen könnten und schließlich werden zusätzliche Daten und Informationen eingehoben, wenn es für ein besseres Verständnis notwendig und zweckmäßig ist. Bei diesem Prozess kann mit einer schematischen Darstellung begonnen werden, anschließend werden mögliche Risiken ausgewiesen, mit der Überwachung begonnen und die Ergebnisse der Überwachung werden sowohl zur Weiterentwicklung des bestehenden Verständnisses des Systems und „konzeptionellen Modells“ genutzt als auch für gezieltere Maßnahmen und damit eine höhere Wirksamkeit. Wenn es für ein besseres Verständnis oder für eine Auswahl der am besten geeigneten Maßnahmen nötig ist, können konzeptionelle Modelle in (komplexe) numerische Modelle umgewandelt werden. Das schematische Ausgangsmodell kann definitiv als *konzeptionelles* Modell bezeichnet werden. Ein komplexes numerisches Modell ist definitiv kein *konzeptionelles* Modell mehr. Für die Grundwasserbewirtschaftung spielt es keine Rolle, inwieweit Modelle noch als *konzeptionelle* Modelle gelten. Was zählt ist, dass einfache Modelle in der Eingangsphase der Grundwasserbewirtschaftung ausreichen und dass komplexere Modelle nur eingesetzt werden, wenn es im Zuge des Bewirtschaftungsprozesses als angemessen erachtet wird.

Definition eines konzeptionellen Modells

Im Kontext dieses Leitfadens werden unter einem konzeptionellen Modell die Beschreibung und gegebenenfalls die Quantifizierung von Systemen, Prozessen und ihrem Zusammenspiel verstanden. Ein hydrogeologisches Konzeptmodell beschreibt und bestimmt alle relevanten geologischen Eigenschaften, Fließbedingungen, hydrogeochemischen und hydrobiologischen Prozesse, anthropogenen Aktivitäten sowie ihre Wechselwirkungen. Der Detaillierungsgrad basiert auf den jeweiligen Problem- und Fragestellungen. Hierbei handelt es sich um eine der Grundlagen bei der Bewirtschaftung von Grundwasserkörpern.

Gemäß der WRRL dienen konzeptionelle Modelle der Beschreibung der Grundwassermenge (in Verbindung mit dem mengenmäßigen Zustand) und der chemischen Zusammensetzung (chemischer Zustand) des Grundwassers im Grundwasserkörper.

Konzeptionelle Modelle können in verschiedenen Komplexitätsgraden erarbeitet werden: von einfachen qualitativen Beschreibungen der Geologie bis hin zu komplexen Kombinationen qualitativer und quantitativer Beschreibungen der hydrogeologischen Prozesse und deren Auswirkungen. Zur Deckung der unterschiedlichen Bedürfnisse bei der Bewirtschaftung von Grundwasserkörpern variieren die Maßstäbe der räumlichen Erfassung von klein (zehn bis hunderte m²) bis groß (km²) ebenso wie die der zeitlichen Auflösung von Stunden/Tagen bis zu Monaten/Jahren. Das hängt von den spezifischen Aufgaben und Problemstellungen ab (z. B. Grundwassermenge, chemische Zusammensetzung, Verschmutzung aus Punktquellen oder diffusen Quellen, Wechselwirkung mit Oberflächengewässern, Bodennutzung). Für grenzüberschreitende Grundwasserkörper ist die gemeinsame Ausarbeitung einheitlicher konzeptioneller Modelle sehr ratsam.

In Anhang II wird beschrieben, wie ein konzeptionelles Modell erstellt wird. Je nach den speziellen, oben beschriebenen Anforderungen der WRRL, wird als Ausgangsbasis ein einfaches Verfahren in drei Schritten empfohlen, wobei sich Datenbedarf, Größenordnung und Komplexität unterscheiden.

3.2 Die Rolle konzeptioneller Modelle bei der Grundwasserbewirtschaftung

Die Bewirtschaftung von Grundwassersystemen erfolgt schrittweise in kontinuierlichen Zyklen, wie in der Einleitung dargestellt (siehe Abbildung 2). Innerhalb dieser Grundwasserbewirtschaftungszyklen können konzeptionelle Modelle in unterschiedlichen Phasen und zu verschiedenen Zwecken, wie Risikoabschätzung, Überwachungsstrategie und Zustandsbeurteilung, eingesetzt werden (siehe Abbildung 6).

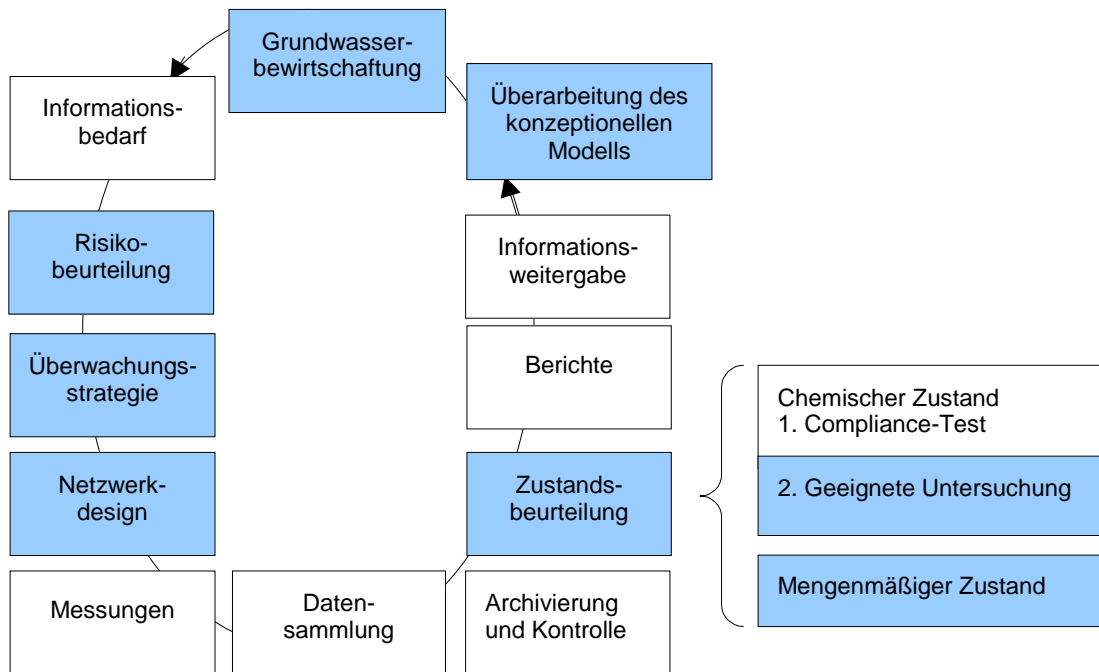


Abbildung 6: Die Rolle konzeptioneller Modelle bei der Grundwasserbewirtschaftung: in Blau die Schritte, bei denen konzeptionelle Modelle sinnvoll oder sogar unerlässlich sein können.

In der *ersten Umsetzungsphase* der WRRL ging es um die Abgrenzung und Beschreibung der Grundwasserkörper (Grundwasserkörper-System). Das Hauptaugenmerk lag auf der allgemeinen Beschreibung des hydrogeologischen Systems, einschließlich der chemischen und mengenmäßigen Bedingungen im Grundwasserkörper. Mit Hilfe grundlegender (einfacher) hydrogeologischer Konzeptmodelle konnte dieses System für die Öffentlichkeit verständlich und transparent gemacht werden:

- Diese Modelle sollten die Grundwasserfließrichtungen in Bezug auf die Hauptflüsse und die Lage wichtiger terrestrischer und aquatischer Ökosysteme innerhalb des Grundwasserkörpers sowie die Verteilung relevanter Bodennutzungen grob beschreiben.
- Die Modelle stellen eine gute Ausgangsbasis für die Planung einer Überwachungsstrategie und die Entwicklung eines repräsentativen Überwachungsmessnetzes dar – indem die Anzahl und die Verteilung bestehender Überwachungsstationen den hydrogeologischen und hydrochemischen Daten, der Verteilung (potenzieller) Einträge und etwaiger betroffener Rezeptoren gegenübergestellt werden.
- Bestehende konzeptionelle Modelle können verbessert und der Bedarf an detaillierteren (hydro)geologischen Daten auf lokaler Ebene kann analysiert werden. Durch neue hydrogeologische Daten und die Überwachungsergebnisse können sich komplexere hydrogeologische Konzeptmodelle, bei Bedarf in detaillierteren Maßstäben, ergeben.

In der *zweiten Phase* wurden im Zuge der Zustandsbeurteilung 2009 zusätzliche Daten (hydrochemische Überwachungsdaten, Grundwasserspiegeldaten, Neubildungs- und Entnahmemengen) erfasst.

- In die bestehenden konzeptionellen Modelle können nun zusätzliche Daten einfließen.
- Auf Grundlage der Ergebnisse der ersten Zustandsbeurteilung und eines überarbeiteten konzeptionellen Modells lässt sich die künftige Entwicklung des Grundwasserzustands (mengenmäßig und chemisch) beurteilen.

In der *dritten Phase* kann anhand der Abschätzung der künftigen Entwicklung des Grundwasserzustands vorhergesagt werden, ob der gute Zustand des Grundwassers (mengenmäßig und chemisch) bis zum Ende der (nächsten) Planungsperiode erreicht werden kann. Ist dies nicht der Fall, muss der Mitgliedstaat (zusätzliche) Maßnahmen einleiten. Für die Prognose, betreffend die zeitliche und räumliche Wirksamkeit von Maßnahmen, werden manchmal spezifischere Daten benötigt. So können insbesondere das Verhalten des Sickerwassers in der wasserungesättigten Bodenzone und die Grundwasserfließzeiten in das konzeptionelle Modell aufgenommen werden, möglicherweise z.B. auch anhand mathematischer Modelle.

3.3 Verwendung von konzeptionellen Modellen und Verweise in den CIS Leitfäden

3.3.1 Konzeptionelle Modelle in der WRRL

In der WRRL ist der Begriff „konzeptionelles Modell“ nicht enthalten, aber indem die Mitgliedstaaten zur Charakterisierung aller Wasserkörper angehalten werden, wird die Erstellung derartiger Modelle implizit gefordert. Für jeden Wasserkörper muss festgestellt werden, ob die Gefahr besteht, dass die Ziele am Ende des Planungszeitraums nicht erreicht werden. Zu diesem Zweck ist ein konzeptionelles Modell unerlässlich. Die wichtigsten Parameter, die es bei der Beschreibung zu berücksichtigen gilt, sind in der WRRL Anhang II, Absatz 2.1 und 2.2 aufgelistet (siehe untenstehende Box) und werden in Kapitel 5 dieses Leitfadens besprochen.

ACHTUNG!

Anhang II der Wasserrahmenrichtlinie

2. GRUNDWASSER

2.1. Erstmalige Beschreibung

Die Mitgliedstaaten nehmen eine erstmalige Beschreibung aller Grundwasserkörper vor, um zu beurteilen, inwieweit sie genutzt werden und wie hoch das Risiko ist, dass sie die Ziele für jeden einzelnen Grundwasserkörper gemäß Artikel 4 nicht erfüllen. Die Mitgliedstaaten können Grundwasserkörper zum Zweck dieser erstmaligen Beschreibung in Gruppen zusammenfassen. Für diese Analyse können vorhandene hydrologische, geologische, pedologische (bodenkundliche), Landnutzungs-, Einleitungs- und Entnahmedaten sowie sonstige Daten verwendet werden; aus der Analyse muss aber Folgendes hervorgehen:

- Lage und Grenzen des Grundwasserkörpers bzw. der Grundwasserkörper;
- Belastungen, denen der/die Grundwasserkörper ausgesetzt sein kann/können, einschließlich
 - diffuse Schadstoffquellen,
 - punktuelle Schadstoffquellen,
 - Entnahme,
 - künstliche Anreicherung;
- die allgemeine Charakteristik der darüber liegenden Schichten des Einzugsgebietes, aus dem der Grundwasserkörper angereichert wird;
- Grundwasserkörper, bei denen direkt abhängige Oberflächengewässer-Ökosysteme oder Land-Ökosysteme vorhanden sind.

2.2. Weitergehende Beschreibung

Im Anschluss an diese erstmalige Beschreibung nehmen die Mitgliedstaaten eine weitergehende Beschreibung derjenigen Grundwasserkörper oder Gruppen von Grundwasserkörpern vor, bei denen ein Risiko hinsichtlich der Zielerreichung ermittelt wurde, um das Ausmaß dieses Risikos genauer zu beurteilen und die Maßnahmen zu ermitteln, die nach Artikel 11 erforderlich sind. Dementsprechend muss diese Beschreibung einschlägige Informationen über die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten und – soweit erforderlich – folgende Informationen enthalten:

- Geologische Merkmale des Grundwasserkörpers einschließlich der Ausdehnung und des Typs der geologischen Einheiten;
- hydrogeologische Merkmale des Grundwasserkörpers einschließlich der hydraulischen Leitfähigkeit, der Hohlraumanteile und des Spannungszustandes;
- Merkmale der Deckschichten und Böden des Einzugsgebietes, aus dem der Grundwasserkörper neu gebildet wird, einschließlich der Mächtigkeit, Hohlraumanteile, hydraulischen Leitfähigkeit und Absorptionseigenschaften der Deckschichten und Böden;
- Stratifikationsmerkmale des Grundwassers innerhalb des Grundwasserkörpers;
- Bestandsaufnahme der mit dem Grundwasserkörper in Verbindung stehenden Oberflächengewässersysteme einschließlich der Landökosysteme und der Wasserkörper von Oberflächengewässern, mit denen das Grundwasser dynamisch verbunden ist;
- Schätzungen der Strömungsrichtungen und der Wasseraustauschraten zwischen dem Grundwasserkörper und den mit ihm in Verbindung stehenden Oberflächengewässersystemen;
- ausreichende Daten für die Berechnung der langfristigen mittleren jährlichen Grundwasserneubildung;
- Beschreibung der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers, einschließlich der Beiträge aus menschlichen Tätigkeiten. Die Mitgliedstaaten können bei der Festlegung der natürlichen Hintergrundwerte für diese Grundwasserkörper Typologien für die Beschreibung von Grundwasser verwenden.

Die erstmalige Beschreibung musste für alle Wasserkörper durchgeführt werden. Deshalb sollten die gemäß der in Anhang II, Absatz 2.1 der WRRL angeführten Daten für sämtliche Grundwasserkörper verfügbar sein. Viele der für die Aufstellung konzeptioneller Modelle benötigten Daten lassen sich von der erstmaligen Beschreibung ableiten, was zumindest für einfache konzeptionelle Modelle häufig genügt. Eine weitergehende Beschreibung (siehe Box oben bzw. WRRL Anhang II, Absatz 2.2) muss lediglich für Grundwasserkörper erfolgen, die aufgrund der erstmaligen Beschreibung als „gefährdet“ eingestuft werden, die Umweltziele der WRRL nicht zu erreichen. (Achtung: Im Zweifelsfall sollte ein Grundwasserkörper, wie in Kapitel 2 beschrieben, unter „Risiko vorhanden“ eingestuft werden.)

Ein Ziel beim Einsatz konzeptioneller Modelle ist die *allgemein verständliche Beschreibung der Beziehung* zwischen Grundwasserqualität/-ressourcen, lokalen (geogenen) Bedingungen und anthropogenen Einträgen/Einflüssen. Gibt es keine oder nur sehr wenige Grundwasser-(Überwachungs-)Daten, beinhaltet das konzeptionelle Modell grundlegende Informationen, z. B. über die Landnutzungsverteilung im Gebiet des Grundwasserkörpers, eine grobe Schätzung betreffend den Abstand des Grundwasserspiegels von der Oberfläche, Merkmale und Mächtigkeit des darüber liegenden Bodens und die Grundwasserströmungsrichtung. Auch mit diesen allgemeinen Informationen ist bereits eine erste grobe Schätzung darüber möglich, welche Art von Einflüssen (Schadstoffe, Schaden durch Entnahme) in welchem Gebiet des Grundwasserkörpers zu erwarten sind. In diesem Stadium liefert das konzeptionelle Modell die Grundlage für eine sinnvolle Einrichtung und Erweiterung eines Überwachungsmessnetzes.

Anhand der Überwachungsdaten werden anschließend die Annahmen, von denen beim ersten konzeptionellen Modell ausgegangen wurde, überprüft. Die Überarbeitung des konzeptionellen Modells ist ein wesentliches Element des Grundwasserbewirtschaftungsprozesses in Hinblick auf ein besseres Verständnis des Systems und die Entwicklung effizienter Planungs- und Kontrollmechanismen. Diese Überprüfung und Neuordnung kann zu verschiedenen Ergebnissen führen:

- Stimmen die Annahmen des konzeptionellen Modells und die Messergebnisse gut überein (insbesondere wenn kein Risiko einer Verschlechterung des guten Zustands festgestellt wird⁸), ist im Allgemeinen keine weitere Überarbeitung des konzeptionellen Modells oder keine Erhebung zusätzlicher Daten nötig.
- Gibt es deutliche Abweichungen, sind Erklärungen nötig. Hierzu müssen detaillierte Daten (z. B. Erweiterung des Überwachungsmessnetzes, höhere Überwachungsfrequenz) oder zusätzliche Daten (z. B. Schadstoffeinträge, Abbau- bzw. Rückhaltekapazität, Fließ- bzw. Ausbreitungsgeschwindigkeit im Grundwasser/Sickerwasser) erhoben werden. Dieses Verfahren muss möglicherweise so lange fortgesetzt werden, bis das konzeptionelle Modell so weit verbessert werden konnte, dass damit die gemessenen Daten durchgehend und mit ausreichender Sicherheit beschrieben werden können.
- Objektive und ausreichend sichere Kriterien zu finden ist schwierig (siehe auch Kapitel 3.6). Auch wenn die Beseitigung der Unsicherheitsfaktoren nicht einfach ist, ist die Investition in eine gute Konzeptionalisierung vorzuziehen, um zu vermeiden, dass die Messungen auf einem schwachen konzeptionellen Modell basieren und für die Erreichung der WRRL-Ziele möglicherweise ineffizient oder schlicht unnötig sind.

3.3.2 Konzeptionelle Modelle in den Leitfäden

Konzeptionelle Modelle werden in einigen früheren Leitfäden erwähnt, wie in Tabelle 1 ersichtlich. In manchen werden sie definiert (siehe Tabelle 2). In einigen wird betont, dass es sich bei der Entwicklung und eventuellen Überarbeitung konzeptioneller Modelle um einen iterativen Prozess handelt.

Konzeptionelle Modelle sind sinnvoll für

- das Verständnis des Ausmaßes von Belastungen;
- den Aufbau eines Überwachungsmessnetzes;
- die Interpretation der Überwachungsdaten;
- die Evaluierung des Überwachungsmessnetzes;
- die Ableitung von Schwellenwerten;
- die Zustandsbeurteilung;
- die Trendermittlung.

⁸ Zu beachten ist, dass gemäß Artikel 5.2 der Wasserrahmenrichtlinie die Analysen und Überprüfungen "überprüft und gegebenenfalls aktualisiert" werden. Das impliziert, dass nicht immer eine völlig neue Beschreibung nötig ist.

Tabelle 1: Überblick über grundwasserrelevante EU-Leitfäden. Es wird angeführt, ob die Unterlagen Definitionen und/oder Empfehlungen für konzeptionelle Modelle enthalten (aus SPIJKER et al., 2009).

CIS-Leitfaden	Definition	Empfehlung
Nr. 3, Analyse von Belastungen und Auswirkungen	-	+
Nr. 7, Monitoring unter der WRRL	+	+
Nr. 12, Die Rolle von Feuchtgebieten in der WRRL	-	-
Nr. 15, Grundwasser-Monitoring	+	+
Nr. 16, Grundwasser in Trinkwasserschutzgebieten	-	-
Nr. 17, Verhinderung oder Begrenzung direkter und indirekter Schadstoffeinträge	+	+
Nr. 18, Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser	+	+

Tabelle 2: Definitionen für konzeptionelle Modelle aus vier Leitfäden.

<p>Leitfaden zum Monitoring unter der WRRL (CIS Nr. 7): „Ein konzeptionelles Modell ist eine vereinfachte Darstellung oder Arbeitsbeschreibung von der Vorstellung, wie sich ein hydrogeologisches Systems in der Praxis verhält. Es beschreibt, wie HydrogeologInnen denken, dass sich ein Grundwassersystem verhält.“</p> <p>Leitfaden zum Grundwasser-Monitoring (CIS Nr. 15): „Konzeptionelle Modelle sind vereinfachte Darstellungen oder Arbeitsbeschreibungen des untersuchten hydrogeologischen Systems.“</p> <p>Leitfaden zur Verhinderung oder Begrenzung direkter und indirekter Schadstoffeinträge (CIS Nr. 17): „Ein hydrogeologisches Konzeptmodell ist die schematische Darstellung der wichtigsten hydraulischen, hydrochemischen und biologischen Prozesse, die in einem Grundwasserkörper ablaufen.“</p> <p>Leitfaden zur Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser (CIS Nr. 18): „Konzeptionelle Modelle sind (...) ein funktionierendes, umfassendes Verständnis des untersuchten geologischen oder hydrogeologischen Systems.“</p>
--

Gegenstand dieses Leitfadens ist die Risikobeurteilung einer der Bereiche, in denen konzeptionelle Modelle angewandt werden. Deshalb konzentrieren sich der restliche Teil dieses Kapitels sowie Anhang II auf den Einsatz konzeptioneller Modelle in der Risikobeurteilung.

3.4 Eigenschaften konzeptioneller Modelle

3.4.1 Räumliche und zeitliche Dimension

Wichtig vor der Erstellung eines konzeptionellen Modells sind die Festlegung des räumlichen Umfangs und seiner Grenzen. Ein konzeptionelles Modell für einen Grundwasserkörper sieht anders aus als ein Modell für ein Einzugsgebiet einer Entnahmestelle. In beiden Fällen muss bewusst werden, dass eine Auswirkung, die an einem Punkt beobachtet wird, von einer entfernt liegenden Belastung herrühren kann. Deshalb sollten die räumlichen Begrenzungen des Modells sehr sorgfältig und in drei Dimensionen ausgewählt werden. Im Zweifelsfall ist es besser, die Grenzen zunächst weit über das eigentlich zu beobachtende Gebiet hinaus zu ziehen und in der Folge enger zu fassen, sobald der potenzielle Einflussbereich aufgrund der hydrogeologischen/physischen Informationen eingegrenzt werden kann (z. B. sobald die Grundwasserströmungsrichtung oder die geologischen Begrenzungen eines grundwasserleitenden Systems erfasst sind); der oben beschriebene iterative Prozess führt zu einem besseren Verständnis des betreffenden Gebietes. Ebenso ist es von Bedeutung, die für das Modell relevante Zeitskala zu berücksichtigen. Dies wird in Anhang II näher beschrieben.

3.4.2 Wesentliche Punkte bei der Erstellung eines konzeptionellen Modells

Vier Aspekte sind bei der Erstellung eines konzeptionellen Modells von Bedeutung.

1. Hauptmerkmale:
 - a. Umfang und Fragestellungen – zur Bestimmung der Detailgenauigkeit und Komplexität des konzeptionellen Modells.
 - b. Bestimmung des relevanten Gebietes.
 - c. Definition der vertikalen und horizontalen Strukturierungseinheiten (hydrogeologische Einheiten).
 - d. Landnutzungsverteilung.
2. Parametrierung/Quantifizierung:
 - a. Beschreibung und Quantifizierung wichtiger hydraulischer, geochemischer und hydrochemischer Parameter, *sofern möglich und notwendig*.
 - b. Berücksichtigung von Prozessen mit langsamer Dynamik (z. B. Lösungsprozesse, Durchströmung ungesättigter Zonen, Veränderung der Oberflächenbedingungen, Klimaschwankungen).
 - c. Beschreibung der wichtigsten klimatischen Einflussgrößen und der Schlüsselparameter ungesättigter Zonen.
 - d. Identifizierung auftretender Problemstellungen mit Risikopotenzial.
3. Umgang mit Unsicherheiten: Es gilt, potenzielle Unsicherheiten, Schwankungen und die Repräsentativität der Daten abzuschätzen.
4. Evaluierung eines konzeptionellen Modells: Es ist ratsam, mit einem einfachen Modell zu beginnen, anschließend seine Aussagekraft zu analysieren und – falls sich das einfachere Modell als unzureichend erweist – anhand von schrittweisen Verbesserungen ein komplexeres Modell zu erstellen. Es kann nötig sein, zu einem früheren Schritt zurückzukehren, wenn sich anhand aktueller Daten herausstellt, dass das konzeptionelle Modell nicht kohärent ist.

Anhand dieser systematischen Fragestellungen wird deutlich, dass die Erstellung und Überarbeitung eines konzeptionellen Modells ein iterativer Prozess ist. Dabei ist es im Allgemeinen auch zweckmäßig, alle relevanten Parteien einzubeziehen.

3.5 Was es bei der Darstellung zu beachten gilt

Es ist wichtig, alle Schritte des konzeptionellen Modells zu dokumentieren. Die Komplexität der Darstellung hängt von den Fragestellungen und den potenziellen AdressatInnen ab. Sie kann von einer einfachen zweidimensionalen Karte bis zu ausgefeilteren Querschnitten und 3D-Bildern reichen. In Anhang II werden allgemeine Vorgangsweisen und Vorschläge für geeignete Darstellungsformen näher beschrieben.

Ein Visualisierungsbeispiel aus www.wfdvisual.com (siehe Abbildung 7) wurde mit den wichtigsten grundsätzlichen Informationen ergänzt. Ein einfaches, dreidimensionales Bild wie dieses, ohne genaue Größenverhältnisse, kann zur Information von Politikerinnen/Politikern, Interessengruppen und der interessierten Öffentlichkeit eingesetzt werden, als Hilfestellung zur Darstellung der hydrogeologischen Situation und der benötigten Daten. Die Abbildung zeigt die räumliche Verteilung eines Grundwasserleiters und der darüber liegenden ungesättigten Zone, die Strömungsrichtung des Grund- und Oberflächenwassers und die hydrogeologischen Merkmale des Grundwasserleiters, wie Grundwasserleitertyp (geklüftet), Lithologie (Sandstein), Permeabilität usw. Durch die kombinierte Darstellung der hydrologischen Komponenten – Niederschlag, Grundwasserneubildung, Oberflächen- und Grundwasser – werden die (konzeptionellen) Beziehungen deutlich. Auch die Belastungen (sowohl für die chemische Qualität als auch für den mengenmäßigen Zustand) sowie die relevanten Rezeptoren werden dargestellt.

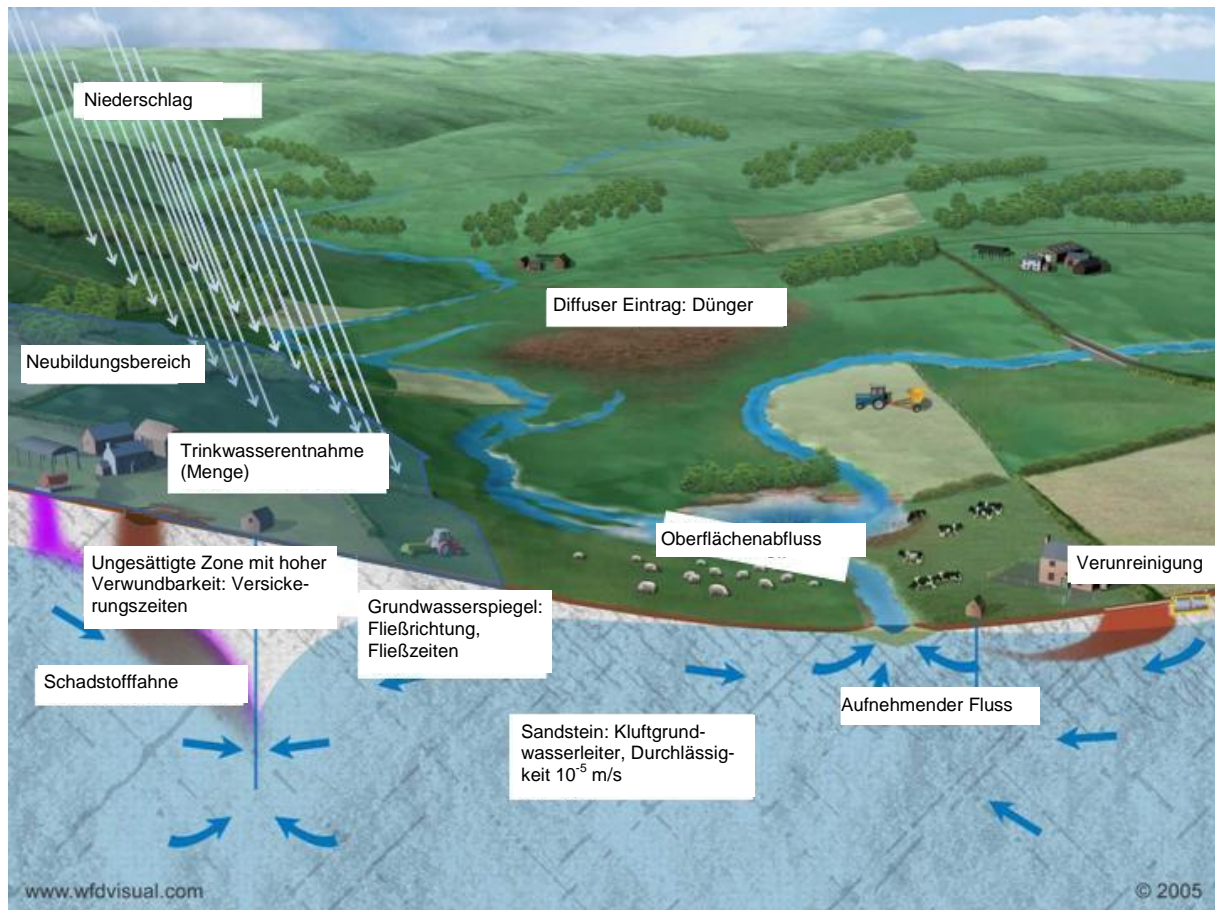


Abbildung 7: Darstellungsbeispiel für ein konzeptionelles Modell. (© www.WFDVisual.com).

3.6 Validierung und Qualitätssicherung für konzeptionelle Modelle

Ein konzeptionelles Modell ist dynamisch und verändert sich mit der Zeit im Zuge der Erhebung neuer Daten und der Prüfung des Modells. Seine Entwicklung und Ausarbeitung sollte schrittweise erfolgen (iterativer Ansatz). Bevor eine neuerliche Charakterisierung und Risikobeurteilung vorgenommen wird, sollte das konzeptionelle Modell analysiert, überarbeitet und validiert werden. Sämtliche Daten zur Beschaffenheit des Grundwasserkörpers, die im Zuge des Charakterisierungsprozesses erhoben wurden, müssen anhand des konzeptionellen Modells geprüft werden, sowohl um das Modell zu präzisieren als auch um Datenfehler zu erkennen. Dabei sollte auch die Risikobeurteilung berücksichtigt werden: Je eher ein Grundwasserkörper sich einer Einstufung mit „schlechter Zustand“ nähert, desto wichtiger wird ein möglichst gutes konzeptionelles Modell als Voraussetzung dafür, dass die Einstufung umfassend durchgeführt werden kann.

Nach Möglichkeit sollte die Validierung eines konzeptionellen Modells auf ausreichenden Überwachungsdaten basieren. Wo dies nicht möglich ist, kann die Analyse von Belastungs- und Rezeptor-merkmalen in Kombination mit Überwachungsdaten eine passende Validierungsmethode sein. Mit Hilfe der Vorgangsweise bei der Auswahl relevanter Stoffe (CIS-Leitfaden Nr. 3) können die Belastungen eines Grundwasserkörpers (Top-Down-Ansatz) sowie die an Rezeptoren beobachteten Effekte (Bottom-Up-Ansatz) analysiert und unter Berücksichtigung der Transportzeiten im Umfeld miteinander verglichen werden. Dieser Vergleich bietet Aufschluss über die Gültigkeit des konzeptionellen Modells. Dieses sollte von einem evidenzbasierten Ansatz bei der Beurteilung (weight of evidence) getragen werden.

Allgemein gilt, dass die auszuführenden Validierungsschritte genau geplant und aufgezeichnet werden müssen. Dabei sind Aspekte wie die Verfügbarkeit von Daten und die Wahrscheinlichkeit einer Erreichung oder der Nichteinhaltung der Umweltziele der WRRL zu berücksichtigen.

4 ZIELE DER WRRL UND RISIKOBEURTEILUNG

Dieses Kapitel diskutiert die Risikobeurteilung unter Berücksichtigung der fünf Ziele von Artikel 4 (siehe Kapitel 2.3). Für die Ziele „Verhindern oder Begrenzen“ (1), „guter Zustand des Grundwassers“ (3) und „Schutzgebiete“ (5) sind bereits viele Informationen verfügbar. Von besonderer Relevanz sind:

- CIS-Leitfaden Nr. 3: Analyse von Belastungen und ihren Auswirkungen (2003):
 - Seiten 25–50: In Abschnitt 3 wird eine „allgemeine Vorgangsweise bei der Analyse der Belastungen und Auswirkungen“ beschrieben.
 - Seiten 63–65: Abschnitt 4.5.3 behandelt die Instrumente, die bei der Analyse der Belastungen und Auswirkungen speziell für das Grundwasser eingesetzt werden können.
 - Seiten 70–76: die Abschnitte 5.2 und 5.3 beschreiben die „benötigten Informationen und Datenquellen“ für die Analyse von Belastungen und Auswirkungen.
- Technical Report on Groundwater Body Characterisation (*Beschreibung von Grundwasserkörpern*) (2004):
 - Seiten 6 und 7: Auszüge über die erstmalige und weitergehende Beschreibung sind besonders nützlich in Hinblick auf die Frage, *wie* die Risikobeurteilung durchgeführt werden kann. Es geht um den chemischen und mengenmäßigen Zustand ebenso wie um die Einträge.
- Technical Report on Groundwater Risk Assessment (*Risikobeurteilung von Grundwasser*) (2004):
 - Seiten 13 und 14: Auszüge über die erstmalige und weitergehende Beschreibung (Abschnitte 2.4.1 und 2.4.2).
 - Seiten 14–18: Kapitel 3 „Spezifische Anleitung“, Abschnitte 3.1, 3.2 und 3.3. Darin geht es um die
 - Identifizierung der Verursacher und Belastungen,
 - Identifizierung bedeutender Belastungen,
 - Beurteilung der Auswirkungen von Belastungen.
 - Seite 19: Evaluierung des Risikos, dass die Ziele verfehlt werden.
- CIS-Leitfaden Nr.16: Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas (Grundwasser in Trinkwasserschutzgebieten) (2007) [5]
- CIS-Leitfaden Nr.17: Guidance on preventing or limiting direct and indirect inputs (Verhinderung oder Begrenzung direkter und indirekter Schadstoffeinträge) (2007) [3]

Die oben genannten Veröffentlichungen sind nicht rechtlich bindend, aber Ergebnis von Diskussionen vieler mit der Umsetzung der Grundwasserbelange im Rahmen der WRRL befasster ExpertInnen, und stellen somit ein gemeinsames Verständnis dar.

4.1 Schadstoffeinträge verhindern oder begrenzen

Dieses Ziel gilt für alle Maßstäbe, von der lokalen Ebene (für Punktquellen) bis zum Grundwasserkörper (meist diffuse Schadstoffquellen) und wird im CIS-Leitfaden Nr. 17 [3] ausführlich beschrieben. „Prevent or Limit“ Maßnahmen, also Maßnahmen zur „Verhinderung oder Begrenzung“ bilden die erste Vorsorge und sind die effizienteste Strategie zum Schutz der Grundwasserqualität. Werden Risiken in Zusammenhang mit dem Ziel der „Verhinderung oder Begrenzung“ richtig eingeschätzt und geeignete Maßnahmen zeitgerecht umgesetzt, dann ist eine wesentliche Voraussetzung gegeben, dass auch alle anderen Ziele der WRRL betreffend die Grundwasserqualität erreicht werden können.

Zu beachten ist, dass Risikobeurteilungen für Einträge gefährlicher Stoffe (die es zu verhindern gilt) und Einträge ungefährlicher Stoffe (die es zur Vermeidung von Verschmutzung zu begrenzen gilt) unterschiedlich sind.

Für gefährliche Stoffe erfolgt eine eingeschränkte Risikobeurteilung, da vorab (durch die WRRL und GWRL) feststeht, dass gemäß den Ausnahmen in Artikel 6 der GWRL jeder Eintrag ins Grundwasser unerwünscht ist und verhindert werden sollte.⁹ Es wird davon ausgegangen, dass alle Quellen (gefährliche Stoffe) ähnliche Wirkungsmerkmale aufweisen und der maßgebliche Ort der Beurteilung für stoffliche Einträge (oder Rezeptor ist das Grundwasser) in jedem Fall die Grundwasseroberfläche ist. Die konzeptionelle Beschreibung beschränkt sich somit auf die Verbindungen zwischen Quelle (Volumen und physikalisch-chemische Eigenschaften) und Pfad, insbesondere die Eigenschaften der ungesättigten Zone (wo eine solche vorhanden ist), Einträge abzuschwächen.

⁹ Leitfaden Nr.17 beschreibt die Bedeutung von „verhindern“ in Zusammenhang mit diesem Ziel.

Für nicht gefährliche Stoffe ist eine umfassendere konzeptionelle Beschreibung nötig, da die stoffspezifischen Eigenschaften variieren und der Ort der Beurteilung entweder das Grundwasser in der Nähe des Eintrags oder auch ein Rezeptor in einiger Entfernung vom Eintrag sein kann, z.B. eine Wasserentnahme oder ein abhängiges aquatisches oder Landökosystem. Was in Abhängigkeit vom jeweils maßgeblichen Ort der Beurteilung (Endpunkt der Risikobeurteilung) als Schaden zu definieren ist, muss, je nach Eigenschaften der Schadstoffe, der Nutzungen und der Sensitivität des Grundwassers differenziert beurteilt werden. Entsprechende Vorgangsweisen zur differenzierten Beurteilung sind im CIS-Leitfaden Nr. 17 [3] beschrieben.

Was die Entwicklung konzeptioneller Modelle betrifft, genügt ein relativ einfaches standortspezifisches Modell zum Verständnis eines lokalen Grundwassersystems und zur Unterstützung bei der Beurteilung des Risikos bezüglich der Verhinderungs- oder Begrenzungsziele aufgrund von Einträgen aus Punktquellen. Für den größeren Maßstab diffuser Einträge ist möglicherweise ein komplexeres Modell bei der Risikobeurteilung hilfreich.

Angesichts der sehr großen Bandbreite möglicher Risiken und da der maßgebliche „Ort der Beurteilung“ stark variieren kann, lässt sich für die Berichte gemäß Artikel 5 der WRRL nur schwer eine Übersicht der Risiken bezüglich der Verhinderungs- oder Begrenzungs-Ziele erstellen. Karten potenzieller Verunreinigungsquellen bieten lediglich einen ersten Überblick. Gleichzeitig können in den konkreten Einzelfällen auch bereits Genehmigungen und wirksame Auflagen oder andere Kontrollen, zur Einhaltung des Umweltzieles „verhindern oder begrenzen“ existieren, so dass es irreführend wäre, anzugeben, dass das Risiko besteht, dass diese Ziele nicht erreicht werden. Es wird empfohlen, dass graphische Übersichtsdarstellungen gemäß Artikel 5 das Hauptaugenmerk in Zusammenhang mit Verhinderungs- oder Begrenzungs-Zielen auf jene stofflichen Einträge (punktförmige oder definierte diffuse Schadstoffquellen) legen sollten, die möglicherweise nicht ausreichend kontrolliert werden können. Dadurch entstünde eine engere Beziehung zwischen den Risikokarten und dem Bedarf, zusätzliche Maßnahmen im Zuge der Erstellung von Bewirtschaftungsplänen für Flusseinzugsgebiete umzusetzen.

4.2 Verschlechterung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper verhindern

Es gibt zwei verschiedene Gruppen von Risiken, dieses Ziel zu verfehlen:

- Risiken, die damit zusammenhängen, dass nicht genügend Verhinderungs- oder Begrenzungs-Maßnahmen umgesetzt wurden (sowohl für diffuse als auch für punktförmige Quellen). Mit anderen Worten: Sind alle bestehenden Aktivitäten (potenzielle Gefahren) unter Kontrolle?
- Risiken, die von Schadstoffquellen im Boden herrühren: Hier wurde zwar die ursprüngliche Aktivität beendet oder ist unter Kontrolle, es besteht jedoch eine Restverunreinigung, die sich mit der Zeit auf den Zustand der Wasserkörper auswirken könnte.

Die zweite Gruppe an Risiken kommt besonders unter jenen hydrogeologischen Bedingungen vor, wo die Sickergeschwindigkeit in der ungesättigten Zone oder die Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers langsam sind, in tief liegenden Grundwasserleitern oder auch bei geringen Grundwasserneubildungsraten. In solchen Fällen ist ein konzeptionelles Modell, das sowohl frühere als auch aktuelle Aktivitäten berücksichtigt und die verschiedenen Zeitachsen/Zeitskalen untersucht, von besonderer Wichtigkeit.

Auf Grund zeitlicher Verzögerungen zwischen Einträgen an der Oberfläche und Auswirkungen auf das Grundwasser ist es auch möglich, dass der Zustand einiger Grundwasserkörper, der ursprünglich gut war, sich verschlechtert, obwohl alle notwendigen und angemessenen Maßnahmen zur Verhinderung oder Begrenzung weiterer Einträge getroffen wurden. Um entsprechende Risiken umfassend beurteilen zu können, wird im Allgemeinen die Entwicklung und Validierung von konzeptionellen Modellen notwendig sein.

4.3 Den guten Zustands des Grundwassers erreichen

CIS-Leitfaden 18 [4] beschreibt die Voraussetzungen zum Erreichen eines guten Zustands. Eine Reihe von Tests oder Elementen gilt sowohl für den chemischen als auch für den mengenmäßigen Zustand, wie aus Abbildung 1 des betreffenden Leitfadens ersichtlich ist.

Um festzustellen, ob im Zuge des nächsten Planungszyklus Risiken bestehen, den guten Zustand nicht zu erreichen, muss jeder dieser Tests durchgeführt werden. Dazu muss zunächst der jeweilige

Ausgangszustand beschreiben werden. Dafür wird eine Beschreibung (basierend auf den Überwachungsdaten) der aktuellen Beschaffenheit des Grundwasserkörpers sowie jeglicher signifikanter Trends bei den Qualitäts-, Spiegel- und Strömungsverhältnissen durchgeführt. Diese muss dann mit den Daten über die aktuelle und voraussichtliche Land- und Wassernutzung sowie Einträge ins Grundwasser (Charakterisierung der Quellen) kombiniert werden.

Für einen Grundwasserkörper besteht die Gefahr, entweder den mengenmäßigen oder den chemischen guten Zustand nicht zu erreichen, sobald für eines der Elemente, aus denen sich die Zustandsbeurteilung zusammensetzt, ein signifikantes Risiko besteht. Dieses System ist zwar einfach, aber eine sich daraus ergebende Risikokarte mit den Ergebnissen aller Tests im Überblick liefert möglicherweise kein eindeutiges Bild der tatsächlichen Risiken. Es wird daher empfohlen, Risikokarten in Zusammenhang mit dem Ziel des „guten Zustands“ für jedes Element bzw. jeden Test einzeln vorzulegen, sodass diese unmittelbar mit den Zustandskarten (Klassifizierung) verglichen werden können. Je größer die Zahl der Einflüsse, desto detaillierter muss das zugrundeliegende konzeptionelle Modell sein.

Bei einigen Tests (Trinkwasserschutzgebiet- und Salzintrusionstest) ist eine Beurteilung der Verschlechterung, den guten Zustand betreffend, inkludiert. Somit kann es zu Überschneidungen mit den Risikobeurteilungen für die Verschlechterung des Zustands und der Trendermittlung geben.

Wo das Risiko besteht, dass der gute Grundwasserzustand nicht erreicht wird, sind konzeptionelle Modelle und die Risikobeurteilung auch wichtige Grundlagen falls Ausnahmen bzw. alternative Ziele begründet werden müssen.

4.4 Maßnahmen zur Umkehrung signifikanter und anhaltender steigender Trends

Die Risikobeurteilung für dieses Ziel hängt eng mit der Beurteilung der oben beschriebenen Verschlechterung zusammen – in vielen Fällen stammen die Überwachungsdaten, in denen die Einhaltung beurteilt wird, aus demselben Überwachungsmessnetz. Der wesentliche Unterschied liegt darin, dass für eine Risikobeurteilung der Verfehlung dieser Ziele nicht nur die Verschlechterung der Qualität beurteilt werden muss, sondern auch, wann mit einem Ende der Verschlechterung und mit einer Trendumkehr zu rechnen ist. Die Prognosen erstrecken sich daher oft über lange Zeiträume (möglicherweise mehrere Bewirtschaftungsplanperioden) und beinhalten in erheblichem Ausmaß Unsicherheiten.

Ein wesentlicher Teil der Risikobeurteilung ist nicht nur die Betrachtung der Auswirkungen vergangener und aktueller Bodennutzungen, sondern auch, welche die wahrscheinlichen künftigen Bodennutzungen sein werden, die Auswirkungen auf die prognostizierten Trends haben könnten. Geplante Maßnahmen müssen in die Beurteilung aufgenommen werden. Auch der Klimawandel kann einen signifikanten Faktor darstellen, der solche langfristigen Trends beeinflussen könnte. So könnten zum Beispiel die Maßnahmen, die bereits getroffen wurden, um eine Umkehr von steigenden Trends herbeizuführen, durch Änderungen bei der Neubildung oder bei landwirtschaftlichen Praktiken umgekehrt (oder unterstützt) werden. Zur prinzipiellen Beurteilung der potenziellen Auswirkungen wird eine Reihe künftiger Landnutzungsszenarien mit Hilfe des konzeptionellen Modells für den Grundwasserkörper betrachtet werden müssen. Das kann auch zur Entwicklung quantitativer Modelle führen, um die Effizienz unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen innerhalb dieser verschiedenen Szenarien abzuschätzen.

4.5 Die Anforderungen für Schutzgebiete erfüllen

Sowohl für den chemischen als auch für den mengenmäßigen Zustand sind Schutzgebiete aufgrund der Notwendigkeit der Analyse von Gefahren für abhängige Ökosysteme in der Praxis Teil der „Zustandsziele“. Darüber hinaus ist die Einhaltung von Artikel 7.3 der WRRL (Ziele für Trinkwasserschutzgebiete) ein Aspekt zur Erreichung eines guten chemischen Zustands für Grundwasserkörper.

Im Rahmen einer Risikobeurteilung bei Trinkwasserentnahmestellen sollten alle Informationen innerhalb des Einzugsgebietes in Bezug auf Einträge und Grundwassermerkmale (Hydrogeologie und Geochemie) zusammenhängend analysiert werden. Eine Initiative wie die Trinkwasserschutzakte (Drinking Water Protection File) könnte eine geeignete Umsetzung hierfür sein (WUIJTS et al., 2007; siehe Anhang III). Dieser Ansatz kann auch für die Analyse abhängiger Ökosysteme angewandt werden.

5 ELEMENTE, DIE IM ZWEITEN PLANUNGSZYKLUS ZU BEACHTEN SIND

5.1 Wie Informationen und Daten aus dem vorangegangenen Planungszyklus zu berücksichtigen sind

5.1.1 Schlüsselfragen

Wie bereits in der Einleitung dieses Leitfadens erwähnt wurde, beginnt die Planung für den zweiten RBMP-Zyklus gemäß der WRRL schon bald nach dem Einreichen der ersten Bewirtschaftungspläne. Die Vorbereitungsphase ist deutlich gekürzt – von 9 Jahren im ersten Planungszyklus (2000–2009) auf 6 Jahre (2010–2015) – wobei als erstes Schlüsselprodukt die nächste Bestandsanalyse gemäß Artikel 5 im Dezember 2013 fällig ist. Während die Mitgliedstaaten auf der Arbeit des ersten Zyklus aufbauen können (und sollen), wird die Entwicklung des zweiten Planungszyklus parallel zur Umsetzung der Maßnahmen des ersten Zyklus eine große Herausforderung darstellen.

Die wesentlichen Elemente der Charakterisierung und Risikobeurteilung im zweiten Zyklus sind:

- Anpassung der Wasserkörperabgrenzung, wo nötig;
- Überprüfung der Belastungen und Risiken zur Erkennung von Veränderungen und neuen Belastungen;
- Berücksichtigung des Klimawandels;
- Verbesserung der Charakterisierungsverfahren zur Sicherstellung der Einheitlichkeit mit dem Klassifizierungsansatz (Zustandsbeurteilung).



Abbildung 8: Die wesentlichen Elemente, die es im 2. Planungszyklus zu berücksichtigen gilt.

5.1.2 Abgrenzung der Wasserkörper

Die Abgrenzung der Wasserkörper wird zwar in einem CIS-Leitfaden thematisiert, nicht jedoch im Detail in der WRRL festgelegt, weshalb von den Mitgliedstaaten diesbezüglich viele verschiedene Ansätze gewählt wurden. Da es sich bei Wasserkörpern um Bewirtschaftungseinheiten handelt, sollte ihre Abgrenzung die Bewirtschaftungsfragen auf der Ebene der Flussgebietseinheit widerspiegeln.

Aufgrund der Erfahrung aus dem ersten Planungszyklus wollen die Mitgliedstaaten möglicherweise Wasserkörpergrenzen ändern. Dabei sollten sie jedoch die sich daraus ergebenden Änderungen bei der Zustandsbeurteilung/Klassifizierung nicht außer Acht lassen. Bei drastischen Grenzänderungen kann die Verfügbarkeit eines stabilen Ausgangspunktes, an dem die Effizienz von Maßnahmen und der Fortschritt beim Erreichen der WRRL-Zustandsziele gemessen werden können, nicht mehr gegeben sein. Dadurch wird es schwierig, die Einhaltung der Ziele von verschiedenen RBMP-Zyklen zu beurteilen.

Alle Grundwasserkörper müssen mit abhängigen Oberflächenwasserkörpern in Verbindung gebracht werden – der Grundwasserzustand hängt zum Teil vom Zustand dieser Wasserkörper ab. Deshalb müssen Änderungen bei der Abgrenzung sowohl bei den Grundwasser- als auch bei den Oberflächenwasserkörpern berücksichtigt werden. Allein die Änderung der Grenzen kann eventuell zu einer Veränderung des Zustands führen (sowohl in Richtung Verschlechterung als auch in Richtung Verbesserung), obwohl es de facto keine Umweltveränderungen gibt.

Generell ist es ratsam, von einem Bewirtschaftungsplan bis zum nächsten keine allzu weitreichenden Änderungen der Grundwasserkörpergrenzen vorzunehmen, es sei denn, dies ist zur Bewirtschaftung dieser Wasserkörper und zur Erreichung der WRRL-Ziele unbedingt notwendig.

Um der WRRL zu entsprechen, genügt es, die Grundwasserkörpergrenzen in zwei Dimensionen zu berichten. In manchen Fällen haben die Mitgliedstaaten die dritte Dimension (Tiefe) für ihre Grundwasserkörper gar nicht festgelegt. Es ist jedoch ratsam, die gesamte räumliche Ausdehnung der Grundwasserkörper zu definieren und in die konzeptionellen Modelle für den zweiten Planungszyklus für Flusseinzugsgebiete aufzunehmen, auch wenn formal nicht darüber zu berichten ist.

Die maximale Tiefe eines Grundwasserkörpers kann ausschließlich durch hydrogeologische Faktoren oder aufgrund der Überlegung bestimmt werden, ob sich Fragen zu Ressourcen in einem tiefen Grundwasserleiter überhaupt stellen. Da es sich um Bewirtschaftungseinheiten handelt, ist es nicht nötig, Grundwasserkörper in tiefen Grundwasserleitern, die nicht vom Menschen genutzt werden und nur beschränkt mit den abhängigen Ökosystemen verbunden sind, zu definieren. Unter diesen Umständen sind Zustandsbeurteilungen zwecklos, aber es besteht dennoch die Notwendigkeit, die Grundwasserqualität gemäß den „Verhinderungs- oder Begrenzungszielen“ zu schützen.

5.1.3 Charakterisierung der Grundwasserkörper

Die Charakterisierung im Rahmen des zweiten Planungszyklus muss alle Informationen berücksichtigen, die im Zuge der erstmaligen und weitergehenden Beschreibung im ersten Planungszyklus gesammelt wurden. Zusätzlich sollten alle Daten und Informationen aus der Überwachung und sonstigen Ermittlungsaktivitäten in die neue Charakterisierung integriert werden.

Zunächst muss geprüft werden, ob sich die Abgrenzung der Grundwasserkörper und der abhängigen Oberflächenwasserkörper geändert hat. Anschließend sollte für alle neu definierten Grundwasserkörper eine erstmalige Beschreibung (siehe Box im Kapitel 3.3) oder lediglich eine Aktualisierung für bestehende Grundwasserkörper erfolgen. Diese Daten werden dann zur Beurteilung herangezogen, ob für einen Grundwasserkörper die Gefahr besteht, die WRRL-Ziele (einschließlich des guten Zustands) am Ende der zweiten Bewirtschaftungsplan-Periode zu verfehlen.

Für Grundwasserkörper, die zuvor als „nicht gefährdet“ bewertet wurden, muss geprüft werden, ob es bestehende oder geplante Änderungen bei der Landnutzung, bei Entnahmen oder ob es andere Faktoren gibt, die ein Risiko für den Grundwasserkörper selbst, Gefahren für unmittelbar abhängige Oberflächenwasser- oder Landökosysteme oder die Gefahr einer Beeinträchtigung der menschlichen oder einer anderen legitimen Nutzung und somit ein Hindernis für das Erreichen der WRRL-Ziele darstellen könnten.

Für alle Grundwasserkörper, für die ein Risiko besteht, muss eine weitergehende Beschreibung durchgeführt werden (siehe Box Kapitel 3.3).

5.1.4 Überwachungsdaten

Beim ersten Planungszyklus hatten einige Mitgliedstaaten möglicherweise wenige oder gar keine Überwachungsdaten zu verschiedenen signifikanten Belastungen und Auswirkungen zur Verfügung. Mit der Umsetzung der Überwachungsanforderungen der WRRL sollten nun alle Mitgliedstaaten über

verbesserte Daten verfügen, die zur Analyse der Genauigkeit der Risikobeurteilungen vom ersten Zyklus und zur Überarbeitung des konzeptionellen Modells für den Grundwasserkörper und/oder der Risikobeurteilung herangezogen werden können. Basierend auf etwaigen zusätzlichen Daten, die zur Unterstützung des zweiten Charakterisierungszyklus gesammelt werden, sollten die Überwachungsstrategien und -messnetze geprüft und – wenn nötig – überarbeitet werden. Bei der Anpassung der Messnetze muss jedoch anhand von Kontrollen sichergestellt werden, dass die Überwachung zur Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen und der langfristigen Einhaltung der WRRL-Ziele nicht unterbrochen wird und die nötige Konsistenz und Vergleichbarkeit der Daten mit jenen aus vorangegangenen Zyklen erhalten bleibt.

5.2 Wie Veränderungen zu berücksichtigen sind

5.2.1 Veränderte Landnutzung

Mit dem ersten Zyklus der erstmaligen und weitergehenden Beschreibung wurde ein Ausgangspunkt gesetzt, an dem die gemessenen und prognostizierten künftigen Auswirkungen neuer Entwicklungen auf die Grundwasserqualität und -quantität bewertet werden können. Ist diese Ausgangslage lückenhaft, sollte sie im Zuge der Charakterisierung und der Risikobeurteilung im zweiten Zyklus vervollständigt werden.

Besonderes Augenmerk sollte dabei auf Veränderungen in der Landwirtschaft und dem damit verbundenen Wasserbedarf gelegt werden, der z. B. durch die künftig steigende Biotreibstoffproduktion oder vermehrte Monokulturen für die Produktion von schnell wachsendem Brennholz entsteht. Von Bedeutung sind darüber hinaus prognostizierte Veränderungen der Bevölkerungsstruktur und der Landnutzung (z. B. wachsende Städte, Bevölkerungsrückgang auf dem Land, Veränderungen der Verkehrsinfrastruktur, Industrie, Konnektivität und Interaktion mit dem Oberflächenwasser).

Die Grundwassermenge wird häufig von Veränderungen in der Landnutzung beeinflusst. Die Versiegelung des Bodens durch die Errichtung neuer Verkehrsinfrastruktur und neuer Siedlungsgebiete kann deutliche Konsequenzen für die Grundwasserneubildung haben. Darüber hinaus kann es aufgrund des höheren Trinkwasserbedarfs für die Bevölkerung und die Industrie in der Umgebung von Siedlungen zu vermehrten Wasserentnahmen kommen. Veränderungen in der Landwirtschaft können wegen höherem Bewässerungsbedarf zu einem Anstieg der Grundwasserentnahme führen.

Veränderungen in der Landnutzung haben auch Auswirkungen auf die Grundwasserqualität: So mobilisiert zum Beispiel das Umbrechen von Grünland den eingelagerten Stickstoff. Eine erhöhte Bewässerung könnte zu einer verstärkten Auswaschung von Nährstoffen aus dem Boden führen. Durch den Anbau neuer Kulturen kann es zu einem höheren Bedarf an Düngern und Pestiziden kommen. In diesem Fall ist es wichtig, die Schutzigenschaften des Bodens und der ungesättigten Zone abzuschätzen und den Anbau von Kulturen, die einen höheren Bedarf an Düngemitteln oder Pestiziden haben, im Bereich sehr empfindlicher Böden und Grundwasserleiter zu vermeiden.

5.2.2 Klimawandel

Die Grundwasserressourcen und ihre langfristige Erneuerung hängen von langfristigen klimatischen Bedingungen ab. Deshalb werden sich Klimaveränderungen in den kommenden Jahrzehnten deutlich auf die Grundwasserressourcen auswirken. Obwohl für den Klimawandel und die Planungszyklen für Flusseinzugsgebiete verschiedene Zeitspannen gelten, ist es wichtig, die erwarteten Veränderungen schon jetzt systematisch zu beschreiben.

Der Klimawandel kann sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Grundwassersysteme haben, etwa Dürren und Wasserknappheit in der Mittelmeerregion, steigende Neubildung in den mitteleuropäischen Ländern. In feuchten Regionen kann mit häufigeren und intensiveren Niederschlagsereignissen und längeren Trockenperioden gerechnet werden.

Auf das Grundwasser wirkt sich der Klimawandel weniger direkt und viel langsamer aus als zum Beispiel auf Flüsse. Das liegt daran, dass das Wasser in Flüssen sich in kürzerer Zeit erneuert und Dürren oder Hochwässer sich rasch auf den Wasserstand der Flüsse auswirken. Grundwasser reagiert im Allgemeinen wesentlich langsamer und wird durch andere Niederschlagsmuster und ihre saisonale Verteilung beeinflusst. Erst nach lang anhaltenden Dürren (insbesondere in Kombination mit vermindertem Niederschlag im Winter) beginnen Grundwasserspiegel zu sinken.

Saisonale Niederschlagsveränderungen sind eine ernstzunehmende Folge des Klimawandels. Vorhersagemodelle (z. B. für Deutschland) prognostizieren einen Anstieg der Niederschläge in den Wintermonaten und einen Rückgang in den Sommermonaten. Für die Landwirtschaft hat das Auswirkungen auf den Bewässerungsbedarf in den Sommermonaten. Auch wenn die Grundwasserneubildung über das ganze Jahr gesehen höher ist, kann der Anstieg der Grundwasserentnahme im Sommer wegen der Bewässerung und des höheren Bedarfs an öffentlicher Wasserversorgung örtlich langfristig einen Trend zu sinkenden Grundwasserspiegeln einleiten – mit den damit verbundenen Folgen wie Gefahren für Landökosysteme und Auswirkungen auf die chemische Qualität des Grundwassers. Auch die Bewässerung selbst kann Auswirkungen auf die Grundwasserqualität haben, da mehr Nährstoffe aus dem Boden ausgewaschen werden können.

Stärkere Niederschlagsschwankungen können auch in feuchten Gegenden ausschlaggebend für eine verminderte Grundwasserneubildung sein, da häufigere starke Niederschlagsereignisse, welche die Versickerungskapazität des Bodens überschreiten, zu einem steigenden Oberflächenabfluss führen. In semiariden und ariden Gegenden hingegen kann ein Anstieg der Niederschlagsvariabilität auch zu einem Anstieg der Grundwasserneubildung führen, da nur Regenfälle von hoher Intensität schnell genug einsickern können, bevor es zur Verdunstung kommt. Auch die Neubildung in alluvialen Grundwasserleitern erfolgt hauptsächlich über Überflutungen im Zuge von Hochwässern. [Groundwater and Climate Change: Challenges and Possibilities (Grundwasser und Klimawandel: Herausforderungen und Möglichkeiten), BGR & GEUS, 2008].

Für den zweiten Zyklus der Risikobeurteilung gemäß Artikel 5 der WRRL werden die Berücksichtigung der prognostizierten Veränderungen bei den Niederschlägen und der Grundwasserneubildung und deren Folgen (höherer Trinkwasserverbrauch im Sommer, Anstieg der Bewässerungsmaßnahmen, Oberflächenabfluss) als wesentlich erachtet. Die Daten der dynamischen regionalen Klimamodellierung CLM/REMO könnten zur Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels in Europa genutzt werden. Auf Grundlage prognostizierter Niederschlags- und Temperaturdaten können klimatische Wasserbilanzen künftige Daten über die regionale Grundwasserneubildung liefern. Die Auswirkungen auf Menge und Qualität der Grundwasserkörper sollten für die kommenden RBMP-Zyklen in Verbindung mit den Prognosen zu Bevölkerungsentwicklung, Wasserverbrauch und Landnutzungsveränderungen evaluiert werden.

5.3 Risikobeurteilung, Zustand und Schwellenwerte

5.3.1 Abgleich von Methoden zu Charakterisierung & Risikobeurteilung und zur Zustandsbeurteilung

Die Charakterisierung und Risikobeurteilung im Zuge des ersten Planungszyklus erfolgte, bevor die Festlegungen der neuen Grundwasserrichtlinie (GWRL; 2006/118/EG) und somit die genauen Anforderungen an die Beurteilung des chemischen Zustands bekannt waren. Die Anwendung von Schwellenwerten bei der Zustandsbeurteilung ist ein wichtiges Schlüsselement, wie in der Folge dargestellt.

Mittlerweile bietet auch der CIS-Leitfaden Nr. 18 [4] Unterstützung. Daraus ergibt sich möglicherweise eine große Divergenz zwischen den Charakterisierungen aus dem ersten Zyklus und den Klassifizierungsmethoden – die Berichte gemäß Artikel 5 betreffend die Belastungen und Auswirkungen dürften nicht unbedingt mit den Elementen oder Tests bezüglich des guten Zustands übereinstimmen. Es wird empfohlen, dass die als Teil der Bestandsanalyse durchgeführten Risikobeurteilungen künftig die in der neuen Grundwasserrichtlinie und den dazugehörigen Leitfäden definierten „Zustands-Elemente“ berücksichtigen.

5.3.2 Grundwasserrichtlinie

Punkt 7 der Präambel zur Grundwasserrichtlinie besagt, dass Schwellenwerte festgelegt werden sollten, „damit Kriterien für die Beurteilung des chemischen Zustands von Grundwasserkörpern verfügbar sind“. Der chemische Zustand wird in Anhang V, Tabelle 2.3.2 der Wasserrahmenrichtlinie festgelegt. Gemäß dieser Definition bezieht sich der gute chemische Zustand auf eine Situation, in der

- keine Salz- oder anderen Intrusionen stattfinden;
- die Qualitätsnormen nicht überschritten werden (die GWRL legt Normen für Nitrate und Pestizide fest);

- die Qualität des Grundwassers nicht dazu führt, dass die Umweltziele für in Verbindung stehende Oberflächengewässer nicht erreicht werden bzw. sich die ökologische oder chemische Qualität derartiger Gewässer signifikant verringert;
- die Qualität des Grundwassers nicht dazu führt, dass die unmittelbar von dem Grundwasserkörper abhängenden Landökosysteme signifikant geschädigt werden;
- Veränderungen der Leitfähigkeit kein Hinweis auf Intrusionen sind.

Gemäß Artikel 3.7 der GWRL hat die Europäische Kommission einen Bericht über die Festlegung dieser Schwellenwerte innerhalb Europas zu erstellen. Dieser Bericht wurde im März 2010 veröffentlicht [8], und stellt einen ersten wichtigen Schritt bei der Umsetzung der Richtlinie dar.

Die Grundwasserrichtlinie gibt auch an, wie die Schwellenwerte zur Bestimmung des chemischen Grundwasserzustands angewendet werden sollten (Artikel 4.2 GWRL). Grundsätzlich lässt sich sagen, wenn die Grundwasserqualitätsnormen oder Schwellenwerte von keinem Messwert (zeitliche Aggregation je Messstelle) im Grundwasserkörper überschritten werden, befindet sich der Wasserkörper in gutem Zustand. In allen anderen Fällen wird der Grundwasserkörper nicht sofort als im „schlechten Zustand“ bezeichnet, aber die Mitgliedstaaten sollen eine „geeignete Untersuchung“ durchführen. Bei dieser Untersuchung haben die Mitgliedstaaten festzustellen, ob

- die Überschreitung eine „signifikante Gefährdung der Umwelt darstellt“;
- die Voraussetzungen für einen guten chemischen Zustand gemäß Tabelle 2.3.2 der WRRL erfüllt sind;
- Grundwasserkörper, von denen Wasser für den menschlichen Verbrauch entnommen wird, die Anforderungen des Artikels 7, Absatz 3 der WRRL erfüllen (Verhinderung einer Verschlechterung, um den erforderlichen Umfang der Aufbereitung zu verringern);
- die Brauchbarkeit des Grundwasserkörpers für die menschliche Nutzung durch Verschmutzung nicht signifikant beeinträchtigt wurde.

Zusätzlich zur Definition des guten chemischen Zustands in der WRRL werden in der GWRL explizit die „signifikante Gefährdung der Umwelt“, die Anforderungen von Artikel 7.3 und die Nutzung von Grundwasser durch den Menschen im Zusammenhang mit dem guten chemischen Zustand genannt.

5.3.3 Leitfaden zur Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser

In Bezug auf die Grundwasserrichtlinie wird im CIS-Leitfaden Nr. 18 [4] zur gemeinsamen Umsetzungsstrategie der Wasserrahmenrichtlinie (Leitfaden zur Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser) die Beurteilung des Zustands, einschließlich die „geeignete Untersuchung“, näher beschrieben. Der Leitfaden geht auch auf die Zuverlässigkeit der Zustandsbeurteilung ein und schlägt die Einführung eines Flächenkriteriums von 20 % zur Identifizierung der „Signifikanz eines Umweltrisikos“ vor. Dies würde bedeuten, dass, vorausgesetzt die anderen Tests sind erfüllt, eine Überschreitung in weniger als 20 % der Fläche nicht zu einem schlechten Zustand des Grundwasserkörpers führt. Dennoch gilt, dass – neben dieser allgemeinen Empfehlung – die spezifischen Betrachtungen der Belastungen (z. B. Landnutzung), der Merkmale der Grundwasserkörper und möglicher Rezeptoren (z. B. Oberflächengewässer) die Grundlage zur Ableitung eines spezifischeren Oberflächenkriteriums darstellen.

5.3.4 Auswirkungen auf die Risikobeurteilung

Obwohl der CIS-Leitfaden Nr. 18 [4] einen Rahmen für die Anwendung von Schwellenwerten vorgibt, werden Auswahl und genaue Handhabung von Schwellenwerten von den Mitgliedstaaten festgelegt und müssen in deren Bewirtschaftungsplänen für Flusseinzugsgebiete dargelegt werden. Für Schadstoffe, die maßgeblich dafür sind, dass für einen Grundwasserkörper ein Risiko ausgewiesen wurde, sollten Schwellenwerte abgeleitet und so angesetzt werden, dass – wird kein Schwellenwert überschritten – keine signifikante Auswirkung auf die in der Begriffsbestimmung des guten chemischen Zustands genannten Rezeptoren besteht. Damit wird dem Schwellenwert eine potenzielle Obergrenze gesetzt. Im Gegensatz dazu gibt es in der Richtlinie selbst kaum Einschränkungen für die Untergrenze eines Schwellenwerts. Das unterliegt einer Reihe praktischer Überlegungen und dem Maß an Vorsor-

ge, das die verantwortliche Behörde im jeweiligen Mitgliedstaat anwenden möchte. In Bezug auf die Risikobeurteilung bedeutet das in der Praxis, dass Schwellenwerte auf unterschiedlichem Niveau angesetzt werden können – vom Bereich des Risiko-Screenings (kein Risiko für den Rezeptor) bis hin zum Risikomanagement (höhere Werte würden dem Rezeptor schaden).

Aus den oben genannten Gründen ist bei der Anwendung von Schwellenwerten im Zuge der Risikobeurteilungen (gemäß Artikel 5 WRRL) große Vorsicht geboten: Die Methode zur Beurteilung des Zustands, bei der die Schwellenwerte von den Mitgliedstaaten verwendet wurden, muss dabei berücksichtigt werden. Eine weitere Überlegung ist, dass auch, wenn die Mitgliedstaaten möglicherweise einheitliche (Mindest-)Schwellenwerte für einen Grundwasserkörper berichtet haben, sie bei der Beurteilung der einzelnen Elemente, aus denen sich der Zustand zusammensetzt, möglicherweise unterschiedliche Werte angewendet haben. Die Umweltnormen variieren je nach Rezeptor, und die Risikobeurteilung muss diesen Variationen Rechnung tragen.

Ebenso wichtig ist es, sich zu vergegenwärtigen, dass die erstmalige Beschreibung deswegen durchgeführt wird, um festzustellen, ob für den Grundwasserkörper ein „Risiko vorhanden“ ist, eines oder mehrere der in der WRRL festgelegten Umweltziele zu verfehlen. Dabei stellt die Beurteilung des Zustands nur einen Teilaspekt dar. In Zusammenhang mit der WRRL handelt es sich hier um eine vorsorgliche Risikoprüfung, die sich sehr von der Beurteilung unterscheidet, ob tatsächlich eine Schädigung des Grundwasserkörpers aufgrund menschlicher Tätigkeit vorliegt (z. B. schlechter Zustand), infolge dessen Sanierungsmaßnahmen zu treffen sind.

Was bedeutet das für die Anwendung von Schwellenwerten im Rahmen der Risikobeurteilung? Wurden im Zuge der Risikoprüfung Schwellenwerte festgelegt, dann können sie als solche bei der Charakterisierung und Risikobeurteilung zur Identifizierung jener Grundwasserkörper eingesetzt werden, für die in Bezug auf die Zustands- und Trendziele definitiv kein Risiko vorhanden ist, diese zu verfehlen. In vielen Fällen wird dies jedoch nicht der Fall sein und die Risikoprüfungswerte für die Risikobeurteilung müssen möglicherweise niedriger als die Schwellenwerte für Grundwasserkörper angesetzt werden.

So nützlich Schwellenwerte als Indikator für die Risikobeurteilung auch sind, sollten sie nicht isoliert eingesetzt werden. Neuen Substanzen muss Beachtung geschenkt werden, Veränderungen bei der Landnutzung können zu neuen Risiken führen (oder frühere Risiken haben sich verringert), aktuelle Überwachungsdaten werfen möglicherweise ein neues Licht auf bekannte Gefahren usw. Die Analysen der Belastungen und Auswirkungen aus dem vorangegangenen Planungszyklus müssen vollständig aktualisiert werden.

Besondere Aufmerksamkeit sollte der Art und Weise geschenkt werden, wie Artikel 7 in die Risikobeurteilung einfließt. Da die Grundwasserrichtlinie auch Ziele für die Nutzung von Grundwasserkörpern durch den Menschen setzt, sollte dies Teil der Risikobeurteilung sein. Für Entnahmen aus einem Grundwasserkörper sollte die Grundwasserqualität in den Entnahmehrungen in Bezug auf die Normen der Trinkwasserrichtlinie beurteilt werden und das Risiko einer Verschlechterung mit Hilfe der Trendbeurteilung erfasst werden (Artikel 7.3, WRRL) (CIS-Leitfaden bezüglich Trinkwasserschutzgebiete Nr. 16 [5]).

5.4 Risikobeurteilung, Maßnahmen und Ausnahmen

Vorab ist darauf hinzuweisen, dass sich dieses Kapitel auf die Beziehung zwischen Risikobeurteilung und den Ausnahmen für die 2021 und nicht für die 2015 endende Periode konzentriert.

Die erste Risikobeurteilung (2004) auf Grundlage der Analysen von Belastungen und Auswirkungen wurde im Wesentlichen erstellt, ohne auf eine Zustandsbeurteilung zurückgreifen zu können und mit geringem Wissen hinsichtlich der Grenzen und Methoden zur Klassifizierung von Grundwasserkörpern. Die Zustandsbeurteilung, die Ableitung von Schwellenwerten und die Trendermittlung erfolgten in der zweiten Jahreshälfte 2008. Eine Prognose zu den Ausnahmen für 2015 (Grundwasserkörper, die trotz geplanter Maßnahmen die Umweltziele verfehlen) war ebenfalls notwendig. Der Zeitraum zwischen der Charakterisierung und Risikobeurteilung und der Veröffentlichung des Bewirtschaftungsplans für Flusseinzugsgebiete (RBMP) war lang genug, um die Erhebung zusätzlicher Daten und die Erstellung oder Überarbeitung der Bewertungsmethoden einschließlich der Ausnahmen zu ermöglichen.

Die Risikobeurteilung für den 2. RBMP sollte nicht dieselbe wie für den ersten RBMP (2004) sein. Mittlerweile stehen bessere Kenntnisse, neue Methoden und mehr Daten zur Verfügung. Auch die Rolle der Risikobeurteilung hat sich geändert.

Zwar sieht die WRRL im 2. RBMP-Zyklus dieselben Schritte vor, aber die für die Beurteilung zur Verfügung stehende Zeit ist kürzer: Die Ergebnisse der Flusseinzugsgebietscharakterisierung sollten Ende 2013 verfügbar sein und die Zustandsermittlung sowie die Liste der 2021 erwarteten Ausnahmen sollten Ende 2014 vorliegen (siehe Abbildung 1). Grundwasserkörper, die ihre Umweltziele bis 2021 nicht erreichen werden, auch wenn Maßnahmen getroffen wurden, müssen aufgelistet werden. Gemäß den Anforderungen der WRRL ist eine Begründung der vorgeschlagenen Ausnahmen ein verpflichtender Teil des RBMP.

Der Zeitrahmen ist nicht der einzige Grund, warum bei künftigen Ermittlungen von Ausnahmen der Risikobeurteilung größere Bedeutung zukommt. Der Hauptzweck der Risikobeurteilung ist die Vorhersage des Grundwasserzustands am Ende der Bewirtschaftungsplanperiode. Das ist auch die Grundlage für die Ermittlung der Ausnahmen. Beim ersten RBMP war in den 4 Jahren zwischen der Risikobeurteilung (2004) und der Zustandsbeurteilung (2008) genügend Zeit zur Erhebung zusätzlicher quantitativer und qualitativer Daten. Für den 2. RBMP steht für dieselbe Aufgabe nur ein Jahr zur Verfügung.

Ein weiterer Hauptunterschied bezüglich Risikobeurteilung und Ausnahmen zwischen dem ersten Planungszyklus und allen weiteren Planungszyklen liegt wohl in der Unsicherheit der Ergebnisse der Zustandsbeurteilung und der geplanten Maßnahmen. Der geringe Grad an Verlässlichkeit und das hohe Maß an Unsicherheit in Bezug auf die Auswirkungen der geplanten Maßnahmen beim ersten Planungszyklus stellen das größte Manko dar. Mit den Daten aus der Überwachung, unter Einbeziehung neuer Ansätze und Methoden gleich zu Beginn des zweiten Planungszyklus, kann hier zum Teil Abhilfe geschaffen werden.

Die Risikobeurteilung im zweiten Planungszyklus kann die Ergebnisse der Zustandsbeurteilung 2008–2009 widerspiegeln, jedoch keinesfalls die Ergebnisse der zweiten Zustandsbeurteilung (die 2015 fällig ist) nutzen. Andererseits bedeutet, dass Grundwasserkörper, für die (im 2. Zyklus) ein Risiko festgestellt wird, die Umweltziele bis 2021 nicht ohne Maßnahmen erreichen werden. Bei der Ermittlung der Ausnahmen wird das Hauptaugenmerk also auf jene Wasserkörper gerichtet werden, die den guten Zustand nicht erreichen (bzw. signifikanten Aufwärtstrend zeigen etc.), und es wird zu evaluieren sein, ob die geplanten Maßnahmen zielführend sein werden oder nicht. Für diesen Zweck werden Informationen aus der Zustandsbeurteilung der Jahre 2014–2015 und zu den geplanten Maßnahmen verfügbar sein. Das bedeutet, dass dasselbe Instrument (oder derselbe Ansatz) für die Risikobeurteilung und die Ermittlung der Ausnahmen verwendet werden kann. Abbildung 9 zeigt die Beziehung zwischen Risikobeurteilung, Ausnahmen und Maßnahmenprogrammen. Der Planungsprozess sollte ganzheitlich erfolgen, da jeder Teil des Zyklus die anderen Teile beeinflusst. Die Maßnahmenprogramme sollten auf den Ergebnissen der Risikobeurteilung aufbauen. Durch den Einsatz konzeptioneller Modelle und anderer relevanter Tools erhöht sich die Verlässlichkeit der vorhergesagten Ergebnisse.

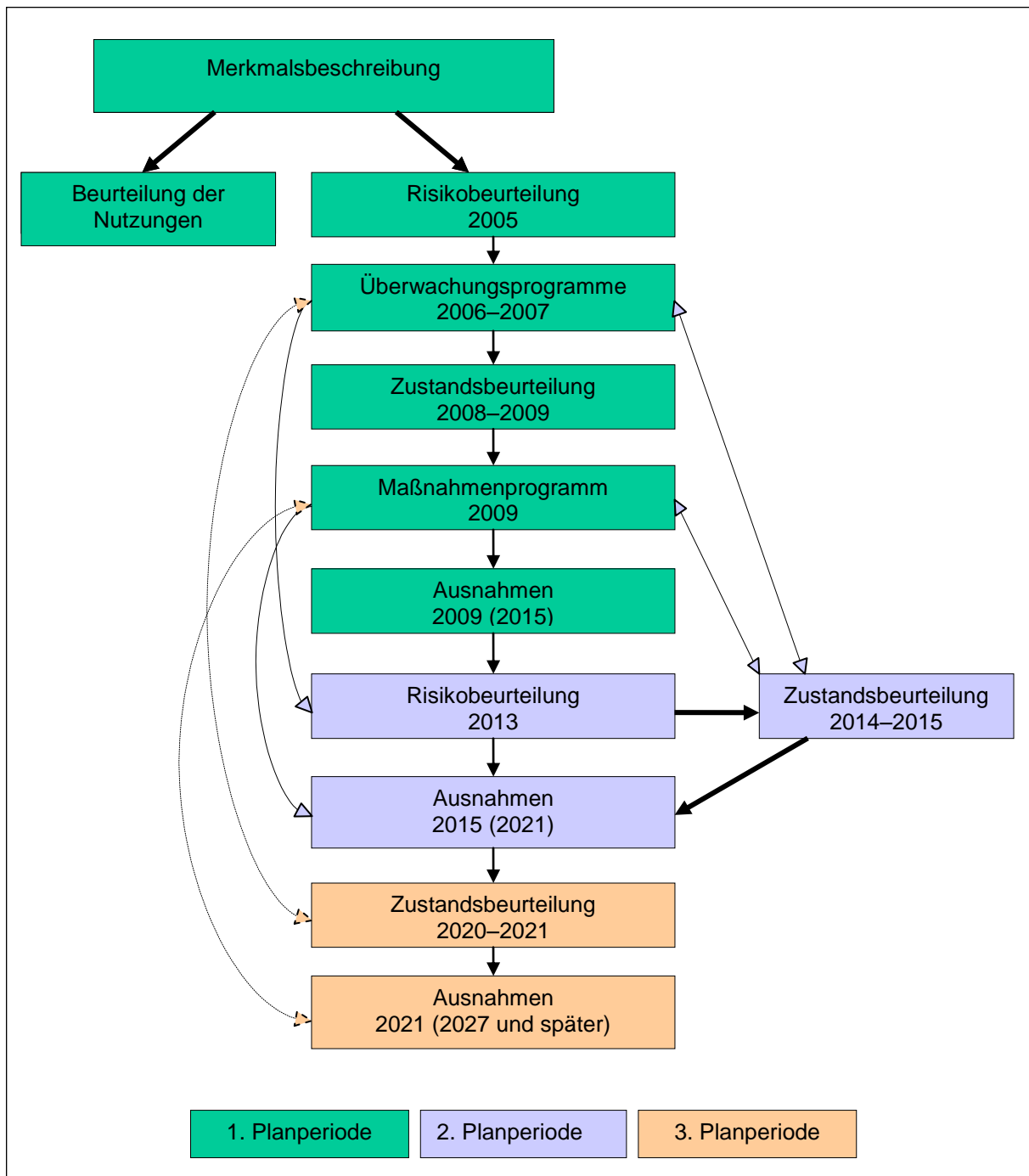


Abbildung 9: Beziehung zwischen Risikobeurteilung, Ausnahmen und Maßnahmenprogrammen.

Die Risikobeurteilung wird im CIS-Leitfaden über die Ausnahmen Nr. 20 [7] indirekt erwähnt. Der separate Ansatz wird sowohl im Text als auch in Abbildungen (z. B. Abbildung 10) beschrieben. Die Abbildungen berücksichtigen auch die Verknüpfung zwischen den Maßnahmen und verschiedenen Arten von Ausnahmen. Alle 6 Jahre sollte die Liste der Ausnahmen im RBMP überprüft werden.

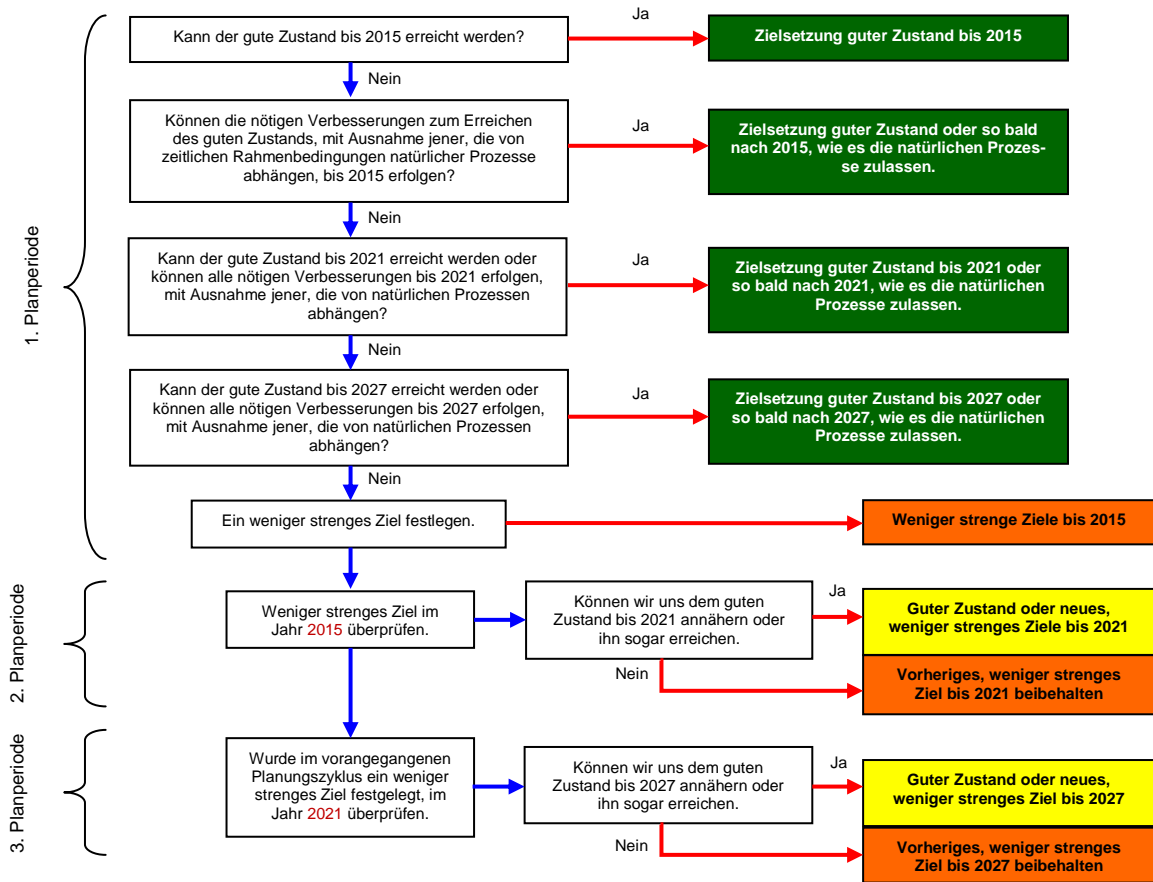


Abbildung 10: Darstellung der Anforderungen für Ausnahmen und laufende Risikobeurteilungen (Verbindung zwischen Maßnahmen und Ausnahmen) [7].

Die Abbildung zeigt den stufenweisen Prozess für die Überlegungen, die Ausnahmen vom guten Zustand betreffend. Die orangen Blöcke beziehen sich auf Artikel 4.5 WRRL, die grünen, mit Ausnahme des ersten, auf Artikel 4.4.

6 LITERATUR

- [1] IRGC (2005): White Paper No1 "Risk Governance – Towards an Integrative Approach". IRGC, Geneva,. Der vollständige Text kann von www.irgc.org heruntergeladen werden.
- [2] BRILS, J.& HARRIS, B. (Eds.) (2009): Towards Risk-Based Management of European River Basins: key-findings and recommendation of the RISKBASE project, EC FP6 reference GOCE 036938. December 2009, Utrecht, The Netherlands.
- [3] CIS Guidance Document No.17 (2007): Guidance on preventing or limiting direct and indirect inputs in the context of the Groundwater Directive 2006/118/EC. Technical Report 2007 – 012.
- [4] CIS Guidance Document No.18 (2009): Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment. Technical Report 2007 – 026.
- [5] CIS Guidance Document No.16 (2007): Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas. Technical Report 2007 – 010.
- [6] CIS Guidance Document No.15 (2007): Guidance on Groundwater Monitoring. Technical Report 2007 – 002.
- [7] CIS Guidance Document No. 20 (2009): Guidance on the exemptions to the environmental objectives. Technical Report 2009 – 027.
- [8] EC – European Commission (2010): Report from the Commission in accordance with Article 3.7 of the Groundwater Directive 2006/118/EC on the establishment of groundwater threshold values. 1096 final
http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/policy/current_framework/implementation_policy_en.htm
- [9] EC – European Commission (2008): Groundwater Protection in Europe.

ANHANG I

TEXTSTELLEN IN DER WASSERRAHMENRICHTLINIE, DIE SICH AUF “RISIKO” BEZIEHEN

WRRL	Textstelle	Zugehöriges Thema	Zugehöriges Dokument
Präambel (44)	Die Bestimmung prioritärer gefährlicher Stoffe sollte dem Grundsatz der Vorsorge Rechnung tragen und sich insbesondere auf die Bestimmung von potentiell negativen Auswirkungen des Erzeugnisses und auf eine wissenschaftliche Bewertung des Risikos stützen.	Verhindern oder Begrenzen	CIS-Leitfaden Nr. 17 – Direkte und indirekte Einträge
Artikel 11.3 (l)	Alle erforderlichen Maßnahmen, um Freisetzungen von signifikanten Mengen an Schadstoffen aus technischen Anlagen zu verhindern und den Folgen unerwarteter Verschmutzungen, wie etwa bei Überschwemmungen, vorzubeugen und/oder diese zu mindern, auch mit Hilfe von Systemen zur frühzeitigen Entdeckung derartiger Vorkommnisse oder zur Frühwarnung und, im Falle von Unfällen, die nach vernünftiger Einschätzung nicht vorhersehbar waren, unter Einschluss aller geeigneter Maßnahmen zur Verringerung des Risikos für die aquatischen Ökosysteme.	Verhindern oder Begrenzen	CIS-Leitfaden Nr. 17 – Direkte und indirekte Einträge
Artikel 16.1	Das Europäische Parlament und der Rat verabschieden spezifische Maßnahmen zur Bekämpfung der Wasserverschmutzung durch einzelne Schadstoffe oder Schadstoffgruppen, die ein erhebliches Risiko für oder durch die aquatische Umwelt darstellen, einschließlich der entsprechenden Risiken für Gewässer, die zur Trinkwasserentnahme genutzt werden. In Bezug auf diese Schadstoffe zielen die Maßnahmen auf eine schrittweise Reduzierung ab und in Bezug auf prioritäre gefährliche Stoffe gemäß der Definition in Artikel 2 Nummer 30 auf die Beendigung oder schrittweise Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten. Diese Maßnahmen werden aufgrund der Vorschläge erlassen, die die Kommission nach den Verfahren des Vertrags unterbreitet.	Verhindern oder Begrenzen Gefährliche Stoffe	CIS-Leitfaden Nr. 17 – Direkte und indirekte Einträge
Artikel 16.2	Die Kommission legt einen Vorschlag für eine Liste prioritärer Stoffe vor, die unter den Stoffen ausgewählt werden, die ein erhebliches Risiko für bzw. durch die aquatische Umwelt darstellen. Die Vergabe der Prioritäten richtet sich nach dem jeweiligen Risiko für bzw. durch die aquatische Umwelt, das wie folgt bewertet wird.	Gefährliche Stoffe Nicht spezifisch für Grundwasser	
Artikel 16.2 a)	in Form einer Risikobewertung im Rahmen der Verordnung (EWG) Nr. 793/93	Gefährliche Stoffe	Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des

WRRL	Textstelle	Zugehöriges Thema	Zugehöriges Dokument
	des Rates (1), der Richtlinie 91/414/EWG des Rates (2) und der Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (3) oder	Nicht spezifisch für Grundwasser	Rates, Richtlinie 91/414/EWG des Rates und der Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates
Artikel 16.2 b)	in Form einer zielgerichteten risikobezogenen Bewertung gemäß den Verfahren der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 mit ausschließlicher Prüfung der aquatischen Ökotoxizität und der über die aquatische Umwelt gegebenen Humantoxizität.	Gefährliche Stoffe Nicht spezifisch für Grundwasser	Verordnung (EWG) Nr. 793/93
Artikel 16.2	Wenn dies zur Einhaltung des in Absatz 4 festgelegten Zeitplans erforderlich ist, sind Stoffe auf der Grundlage ihres Risikos für oder durch die aquatische Umwelt als prioritär für Maßnahmen einzustufen, wobei die Einstufung in Form einer vereinfachten, auf wissenschaftlichen Grundsätzen beruhenden risikobezogenen Bewertung erfolgt, bei der folgende Faktoren besonders berücksichtigt werden:	Gefährliche Stoffe Nicht spezifisch für Grundwasser	
Anhang II 2.1	Die Mitgliedstaaten nehmen eine erstmalige Beschreibung aller Grundwasserkörper vor, um zu beurteilen, inwieweit sie genutzt werden und wie hoch das Risiko ist, dass sie die Ziele für jeden einzelnen Grundwasserkörper gemäß Artikel 4 nicht erfüllen. Die Mitgliedstaaten können Grundwasserkörper zum Zweck dieser erstmaligen Beschreibung in Gruppen zusammenfassen. Für diese Analyse können vorhandene hydrologische, geologische, pedologische, Landnutzungs-, Einleitungs- und Entnahmedaten sowie sonstige Daten verwendet werden; aus der Analyse muss aber Folgendes hervorgehen:	Risikobeurteilung	Technischer Bericht zur Charakterisierung von Grundwasserkörpern (diskutiert im Arbeitsgruppentreffen vom 13. Oktober 2003)
Anhang II 2.2	Im Anschluss an diese erstmalige Beschreibung nehmen die Mitgliedstaaten eine weitergehende Beschreibung derjenigen Grundwasserkörper oder Gruppen von Grundwasserkörpern vor, bei denen ein Risiko hinsichtlich der Zielrichtung (<i>sic! eigentlich: Zielerreichung</i>) ermittelt wurde, um das Ausmaß dieses Risikos genauer zu beurteilen und die Maßnahmen zu ermitteln, die nach Artikel 11 erforderlich sind. Dementsprechend muss diese Beschreibung einschlägige Informationen über die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten und, soweit erforderlich, folgende Informationen enthalten:	Risikobeurteilung	Technischer Bericht zur Charakterisierung von Grundwasserkörpern (diskutiert im Arbeitsgruppentreffen vom 13. Oktober 2003)
Anhang II 2.3	Bei Grundwasserkörpern, die sich über die Grenze zwischen zwei oder mehreren Mitgliedstaaten hinaus erstrecken oder bei denen die gemäß Randnummer 2.1 durchgeführte erste Beschreibung ergeben hat, dass sie die Ziele für Wasserkörper nach Artikel 4 möglicherweise nicht erfüllen, sind für jeden Wasser-	Risikobeurteilung	Technischer Bericht zur Risikobeurteilung von Grundwasserkörpern (diskutiert im Arbeitsgruppentreffen vom 28. Jänner 2004)

WRRL	Textstelle	Zugehöriges Thema	Zugehöriges Dokument
	körper folgende Informationen zu erfassen und bereitzuhalten, sofern sie relevant sind:		
Anhang V 2.2.2	Bei Grundwasserkörpern, bei denen den Untersuchungen zufolge die Gefahr besteht, dass sie die in Artikel 4 genannten Umweltziele nicht erreichen, eine ausreichende Dichte der Überwachungsstellen zu gewährleisten, um die Auswirkung von Entnahmen und Einleitungen auf den Grundwasserspiegel beurteilen zu können;	Beurteilung des mengenmäßigen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 15 – Grundwasser-Monitoring
Anhang V 2.2.3	bei Grundwasserkörpern, bei denen den Untersuchungen zufolge die Gefahr besteht, dass sie die in Artikel 4 genannten Umweltziele nicht erreichen, eine ausreichende Häufigkeit der Messungen zu gewährleisten, um die Auswirkung von Entnahmen und Einleitungen auf den Grundwasserspiegel beurteilen zu können	Beurteilung des mengenmäßigen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 15 – Grundwasser-Monitoring
Anhang V 2.4.2	Wasserkörper, bei denen nach der Beschreibung gemäß Anhang II ein Risiko besteht, ... Grundwasserkörper, bei denen den Untersuchungen gemäß Anhang II zufolge das signifikante Risiko besteht, dass sie einen guten Zustand nicht erreichen, werden auch im Hinblick auf die Parameter überwacht, die die Einwirkungen dieser Belastungen anzeigen.	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 15 – Grundwasser-Monitoring CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser
Anhang V 2.4.3	- den chemischen Zustand aller Grundwasserkörper oder Gruppen von Grundwasserkörpern, die als gefährdet bestimmt wurden; Die operative Überwachung wird bei allen Grundwasserkörpern oder Gruppen von Grundwasserkörpern durchgeführt, bei denen sowohl der Beurteilung der Auswirkungen gemäß Anhang II als auch der überblicksweisen Überwachung zufolge das Risiko besteht, dass sie die in Artikel 4 genannten Umweltziele nicht erreichen. Maßgebend für die Auswahl der Überwachungsstellen ist auch die Repräsentativität der an dieser Stelle gewonnenen Überwachungsdaten für die Qualität des jeweiligen Grundwasserkörpers oder der jeweiligen Grundwasserkörper.	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 15 – Grundwasser-Monitoring CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser

TEXTSTELLEN IN DER GRUNDWASSERRICHTLINIE, DIE SICH AUF "RISIKO" BEZIEHEN

GWRL	Textstelle	Zugehöriges Thema	Zugehöriges Dokument
Päambel (4)	Der Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 über das sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft (5) umfasst auch das Ziel, Wasserqualitäten zu erreichen, von denen keine signifikanten Auswirkungen und Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt ausgehen.	Allgemein	
Päambel (14)	Es ist erforderlich, zwischen gefährlichen Stoffen, deren Eintrag verhindert werden sollte, und anderen Schadstoffen zu unterscheiden, deren Eintrag begrenzt werden sollte. Anhang VIII der Richtlinie 2000/60/EG, in dem die wichtigsten für Gewässer relevanten Schadstoffe aufgeführt sind, sollte zur Ermittlung der gefährlichen und nicht gefährlichen Stoffe, von denen eine tatsächliche oder potenzielle Verschmutzungsgefahr ausgeht, herangezogen werden.	Verhindern oder begrenzen	CIS-Leitfaden Nr. 17 - Direkte and indirekte Einträge
Artikel 3.1 b	Schwellenwerte, die die Mitgliedstaaten nach dem in Anhang II Teil A genannten Verfahren für die Schadstoffe, Schadstoffgruppen und Verschmutzungsindikatoren festlegen, die in ihrem jeweiligen Hoheitsgebiet zur Einstufung von Grundwasserkörpern oder Gruppen von Grundwasserkörpern als gefährdet beitragen; hierbei ist zumindest die Liste in Anhang II Teil B zu berücksichtigen.	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser
Artikel 3.6	Ist der betreffende Grundwasserkörper nicht länger durch bestimmte Schadstoffe, Schadstoffgruppen oder Verschmutzungsindikatoren gefährdet, so können die entsprechenden Schwellenwerte aus der Liste gestrichen werden.	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser
Artikel 4.2 c i)	aufgrund der Beurteilung gemäß Anhang III Nummer 3 eine Schadstoffkonzentration, die die Grundwasserqualitätsnormen oder die Schwellenwerte überschreitet, keine signifikante Gefährdung der Umwelt darstellt; dabei kann gegebenenfalls die Ausdehnung in dem betroffenen Grundwasserkörper berücksichtigt werden;	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser
Artikel 5.1	Die Mitgliedstaaten ermitteln jeden signifikanten und anhaltenden steigenden Trend bei den Konzentrationen von einzelnen Schadstoffen, Schadstoffgruppen oder Verschmutzungsindikatoren in Grundwasserkörpern oder Gruppen von Grundwasserkörpern, die als gefährdet eingestuft sind, und legen gemäß Anhang IV den Ausgangspunkt für die Umkehrung dieses Trends fest.	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser
Artikel 5.2	Bei Trends, die eine signifikante Gefahr für die Qualität der aquatischen oder	Allgemein	

GWRL	Textstelle	Zugehöriges Thema	Zugehöriges Dokument
	terrestrischen Ökosysteme, für die menschliche Gesundheit oder für – tatsächliche oder potenzielle – legitime Nutzungen der Gewässer darstellen, bewirken die Mitgliedstaaten gemäß Anhang IV Teil B mit Hilfe des in Artikel 11 der Richtlinie 2000/60/EG genannten Maßnahmenprogramms eine Trendumkehr, um die Grundwasserverschmutzung schrittweise zu verringern und eine Verschlechterung zu verhindern.		
Artikel 5.3	Die Mitgliedstaaten definieren gemäß Anhang IV Teil B Nummer 1 den Ausgangspunkt für eine Trendumkehr als Prozentsatz des Wertes der in Anhang I festgelegten Grundwasserqualitätsnormen und der gemäß Artikel 3 festgesetzten Schwellenwerte auf der Grundlage des ermittelten Trends und der damit verbundenen Gefährdung der Umwelt.	Gefährdung der Umwelt	
Artikel 5.5	Zur Bewertung der Auswirkungen bestehender Schadstofffahnen in Grundwasserkörpern, die die Erreichung der Ziele des Artikels 4 der Richtlinie 2000/60/EG gefährden können, insbesondere der Schadstofffahnen, die aus punktuellen Schadstoffquellen und kontaminierten Böden stammen, nehmen die Mitgliedstaaten zusätzliche Trendermittlungen für festgestellte Schadstoffe vor, um sicherzustellen, dass sich die Schadstofffahnen aus kontaminierten Stellen nicht ausbreiten, nicht zu einer Verschlechterung des chemischen Zustands des Grundwasserkörpers oder der Gruppen von Grundwasserkörpern führen und keine Gefahr für die menschliche Gesundheit und die Umwelt darstellen.	Verhindern oder Begrenzen	CIS-Leitfaden Nr. 17 – Direkte und indirekte Einträge
Artikel 6.1.b	für in Anhang VIII der Richtlinie 2000/60/EG aufgeführte Schadstoffe, die nicht als gefährlich erachtet werden, und für alle anderen nicht gefährlichen nicht in Anhang VIII der Richtlinie 2000/60/EG aufgeführten Schadstoffe, von denen nach Auffassung der Mitgliedstaaten eine reale oder potenzielle Verschmutzungsgefahr ausgeht: alle erforderlichen Maßnahmen zur Begrenzung von Einträgen in das Grundwasser, um sicherzustellen, dass diese Einträge nicht zu einer Verschlechterung führen, oder signifikante und anhaltende steigende Trends bei den Konzentrationen von Schadstoffen im Grundwasser bewirken. Diese Maßnahmen tragen zumindest bewährten Praktiken Rechnung, darunter der besten Umweltpraxis und der besten verfügbaren Techniken nach Maßgabe der einschlägigen Gemeinschaftsvorschriften.	Verhindern oder Begrenzen	CIS-Leitfaden Nr. 17 – Direkte und indirekte Einträge
Artikel 6.3.e i)	Maßnahmen zu ergreifen, die die Gefahren für die menschliche Gesundheit oder die Qualität der Umwelt insgesamt erhöhen würden, oder	Allgemein	

GWRL	Textstelle	Zugehöriges Thema	Zugehöriges Dokument
Artikel 10	Unbeschadet des Artikels 8 überprüft die Kommission die Anhänge I und II bis zum 16. Januar 2013 und danach alle sechs Jahre. Auf der Grundlage dieser Überprüfung schlägt sie nach dem Verfahren des Artikels 251 des Vertrags erforderlichenfalls Rechtsakte zur Änderung des Anhangs I und/oder des Anhangs II vor. Bei der Überprüfung und der Vorbereitung von Vorschlägen berücksichtigt die Kommission sämtliche sachdienlichen Informationen; hierzu können die Ergebnisse der gemäß Artikel 8 der Richtlinie 2000/60/EG festgelegten Überwachungsprogramme, die Forschungsprogramme der Gemeinschaft und/oder die Empfehlungen des Wissenschaftlichen Ausschusses „Gesundheits- und Umweltrisiken“, der Mitgliedstaaten, des Europäischen Parlaments, der Europäischen Umweltagentur, der europäischen Wirtschaftsverbände und der europäischen Umweltorganisationen zählen.	Allgemein	
Anhang I.2	Die Ergebnisse der Anwendung der Qualitätsnormen für Pestizide in der für die Zwecke der vorliegenden Richtlinie spezifizierten Weise lassen die Ergebnisse der nach der Richtlinie 91/414/EG oder der Richtlinie 98/8/EG erforderlichen Risikobewertungsverfahren unberührt.	Risikobewertung	Richtlinie 91/414/EG Richtlinie 98/8/EG
Anhang II Teil A	Die Mitgliedstaaten legen Schwellenwerte für alle Schadstoffe und Verschmutzungsindikatoren fest, die nach der gemäß Artikel 5 der Richtlinie 2000/60/EG durchgeführten Analyse dazu führen, dass Grundwasserkörper oder Gruppen von Grundwasserkörpern als solche ausgewiesen werden, für die die Gefahr besteht, einen guten chemischen Grundwasserzustand nicht zu erreichen. Die Schwellenwerte werden so festgelegt, dass deren Überschreitung in den Überwachungsergebnissen einer repräsentativen Überwachungsstelle auf die Gefahr hindeutet, dass eine oder mehrere Voraussetzungen für einen guten chemischen Zustand des Grundwassers gemäß Artikel 4 Absatz 2 Buchstabe c Ziffern ii, iii und iv nicht erfüllt werden. 1 c) alle Schadstoffe, die unter Berücksichtigung der in Teil B enthaltenen Mindestliste die Grundwasserkörper als gefährdet ausweisen ...	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser
Anhang II Teil C	a) Angaben zur Anzahl der als gefährdet eingestuften Grundwasserkörper oder Gruppen von Grundwasserkörpern sowie über die Schadstoffe und Verschmutzungsindikatoren, die zu dieser Einstufung beitragen, einschließlich der gemessenen Konzentrationen/Werte; b) Angaben zu jedem der als gefährdet eingestuften Grundwasserkörper, insbesondere Größe der Wasserkörper, Verhältnis zwischen den Grundwasser-	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser

GWRL	Textstelle	Zugehöriges Thema	Zugehöriges Dokument
	körpern und den verbundenen Oberflächengewässern und unmittelbar abhängigen terrestrischen Ökosystemen sowie – im Fall von natürlich vorkommenden Stoffen – entsprechende natürliche Hintergrundwerte in den Grundwasserkörpern;		
Anhang III 1	Das Verfahren zur Beurteilung des chemischen Zustands eines Grundwasserkörpers oder einer Gruppe von Grundwasserkörpern wird für alle als gefährdet eingestuft Grundwasserkörper und Gruppen von Grundwasserkörpern durchgeführt sowie in Bezug auf jeden Schadstoff, der dazu beiträgt, dass der betreffende Grundwasserkörper bzw. die betreffende Gruppe von Grundwasserkörpern als gefährdet eingestuft wird.	Beurteilung des chemischen Zustands	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser
Anhang III 4 e)	die von Schadstoffen im Grundwasserkörper ausgehende Gefahr für die Qualität des aus dem Grundwasserkörper entnommenen oder zu entnehmenden Wassers, das für den menschlichen Verbrauch bestimmt ist.	Trinkwasserschutzgebiete	CIS-Leitfaden Nr. 16 – Grundwasser in Trinkwasserschutzgebieten
Anhang IV Teil A	Die Mitgliedstaaten ermitteln signifikante und anhaltende steigende Trends in allen Grundwasserkörpern oder Gruppen von Grundwasserkörpern, die gemäß Anhang II der Richtlinie 2000/60/EG als gefährdet eingestuft werden, unter Berücksichtigung folgender Anforderungen:	Trendermittlung	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser
Anhang IV B 2	Ist für einen Grundwasserkörper, der gemäß Anhang V Nummer 2.4.4 der Richtlinie 2000/60/EG als gefährdet eingestuft wird, gemäß Teil B Nummer 1 des vorliegenden Anhangs ein Ausgangspunkt festgelegt worden, so wird dieser während der sechsjährigen Laufzeit des Bewirtschaftungsplans für die Einzugsgebiete gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG nicht mehr geändert.	Trendermittlung	CIS-Leitfaden Nr. 18 – Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser

ANHANG II

ERSTELLEN VON KONZEPTIONELLEN MODELLEN FÜR GRUNDWASSERSYSTEME

1	EINFÜHRUNG ZUM ANHANG „KONZEPTIONELLE MODELLE“	47
2	GRUNDSÄTZLICHE VORGEHENSWEISE	48
3	AUSGANGSÜBERLEGUNGEN ZUR ERSTELLUNG EINES KONZEPTIONELLEN MODELLS	49
3.1	Umfang und Fragestellungen eines KM	49
3.2	Räumliche Skala	49
3.3	Zeitskala	50
3.4	Hauptpunkte bei der Entwicklung eines KM	50
4	DATEN	52
4.1	Daten-Checkliste	52
4.2	Datenprüfung	55
4.3	Datenerhebung und Datenerfassung	55
5	ENTWICKLUNG EINES KONZEPTIONELLEN MODELLS	56
5.1	Einfaches KM für Grundwasserkörper, Schritt 1: Qualitatives und quantitatives Konzeptmodell	56
5.2	Risikobasierte Anforderungen – Schritt 2, Integration von Aspekten der Risikobeurteilung	57
5.3	Anforderungen aufgrund des Risikomanagements (Schritt 3)	58
5.4	Dokumentation/Visualisierung	59
6	VALIDIERUNG VON KONZEPTIONELLEN MODELLEN, QUALITÄTSSICHERUNG	60
6.1	Einführung	60
6.2	Validierung von konzeptionellen Modellen	60
6.3	Qualitätssicherung	61
7	GLOSSAR	63
8	LITERATUR	64

1 EINFÜHRUNG ZUM ANHANG „KONZEPTIONELLE MODELLE“

In der neuen Grundwasserrichtlinie sowie in mehreren Leitfäden wird der Einsatz von "konzeptionellen Modellen" verlangt oder empfohlen, und das aus mehreren Gründen. Der Begriff "konzeptionelles Modell" wird in der Grundwasserrichtlinie jedoch nicht definiert.

Der vorliegende Anhang beschreibt einen Ansatz für den Aufbau von konzeptionellen Modellen im Zusammenhang mit der WRRL und der GWRL und zur Unterstützung des Grundwassermanagements.

Definition eines konzeptionellen Modells (KM)

Im Kontext des vorliegenden Leitfadens wird unter einem konzeptionellen Modell (KM) die Beschreibung und Quantifizierung von Systemen, Prozessen und ihrem Zusammenspiel verstanden. Ein hydrogeologisches Konzeptmodell beschreibt und bestimmt alle relevanten geologischen Eigenschaften, Fließbedingungen, hydrogeochemischen und hydrobiologischen Prozesse, anthropogenen Aktivitäten sowie ihre Wechselwirkungen. Der Detaillierungsgrad basiert auf den jeweiligen Problem- und Fragestellungen. Hierbei handelt es sich um eine der Grundlagen bei der Bewirtschaftung von Grundwasserkörpern.

Je nach der spezifischen Problemstellung in Bezug auf das Grundwasser ist ein konzeptionelles Modell (I) ein sich entwickelndes, zunächst sehr einfaches System, das in der Folge an Komplexität zunimmt und (II) von einem grundlegenden, beschreibenden Ansatz der Strukturen und Prozesse ausgeht und bis hin zu ihrer Parametrierung reicht. Das KM ist ein wissenschaftlicher Ansatz, der sich im Zuge seiner Umsetzung und Nutzung weiterentwickelt.

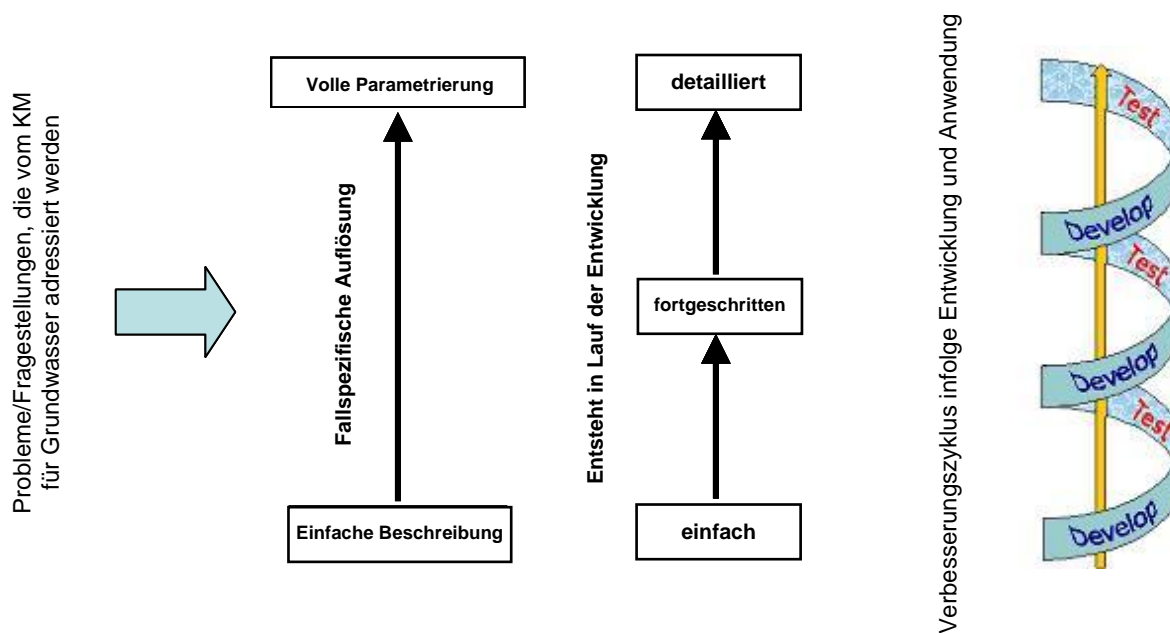


Abbildung A1: Ausschlaggebend für den Grad der Parametrierung und Komplexität des konzeptionellen Modells sind die anwendungsspezifischen Anforderungen.

Daraus lässt sich folgern, dass der Einsatz von konzeptionellen Modellen für verschiedene Zwecke empfohlen wird. Hervorgehoben wird seine zyklische Natur (schrittweiser Ansatz): Ein zunächst einfacher Ansatz kann später bei Bedarf präzisiert werden.

2 GRUNDSÄTZLICHE VORGEHENSWEISE

Für viele Einsatzbereiche gibt es bereits KM in verschiedenen Detaillierungs- und Komplexitätsgraden. In den meisten Fällen handelt es sich um eine gute Ausgangsbasis. Dennoch wird hier das komplette Verfahren zur Aufstellung eines KM beschrieben.

Um die einzelnen Zielsetzungen konzeptioneller Modelle zu erreichen, wird eine schrittweise Vorgehensweise empfohlen. Innerhalb dieser Schritte erfolgt eine qualitative Beschreibung (z. B. der vorhandenen Strukturen und Prozesse) und eine quantitative Beschreibung von Parametern (z. B. Durchsatz, Konzentration):

Schritt 1, einfaches KM für den Grundwasserkörper

Schritt 1a, qualitatives KM

Schritt 1b, Quantifizierung von Parametern im KM

Schritt 2, Integration von Aspekten der Risikobeurteilung in das KM¹⁰

Schritt 2a, qualitative Beschreibung der Auswirkungen (anthropogen)

Schritt 2b, quantitative Beschreibung der Auswirkungen

Schritt 3, Integration von Aspekten des Risikomanagements in das KM

Schritt 3a, Beschreibung der Effekte bestehender Maßnahmen

Schritt 3b, Prognose der Effekte bestehender und zukünftiger Maßnahmen

Je nach Zielsetzung ist eine konsequente Verfolgung dieser Schritte nicht verpflichtend.

¹⁰ Schritt 2, speziell die quantitative Bewertung ist der Beurteilung von Grundwasserkörpern durchaus nicht unähnlich

3 AUSGANGSÜBERLEGUNGEN ZUR ERSTELLUNG EINES KONZEPTIONELLEN MODELLS

3.1 Umfang und Fragestellungen eines KM

Die Bewirtschaftung von Grundwassersystemen umfasst naturgemäß eine Reihe von Schritten in einem kontinuierlichen Zyklus (siehe Abbildung 6 Kapitel. 3.2 des Hauptdokuments). Im Zyklus der Grundwasserbewirtschaftung kann ein konzeptionelles Modell in verschiedenen Phasen jeweils unterschiedlichen Zwecken dienen. Bei jedem Schritt ist die Fragestellung eine andere, wie z. B.:

- *Information und Kommunikation:* Integration von und Kommunikation mit NichtexpertInnen
- *Zustandsbeurteilung:*
 - Welche Wechselwirkung besteht zwischen Grundwasser und Ökosystemen?
 - Wie können Mitgliedstaaten die Öffentlichkeit über Risiken und Auswirkungen von Aktionsplänen aufklären?
 - Erfüllen Grundwasserkörper die Umweltziele der WRRL (Artikel 4)?
- *Überwachung:* Was ist das beste Design eines Überwachungsmessnetzes im Rahmen der WRRL?
- *Risikobeurteilung:* Wie hoch ist das Risiko, dass die Umweltziele der WRRL (Artikel 4) nicht erfüllt werden?
- *Risikomanagement:* Wo sind welche Maßnahmen zu treffen und was sind ihre zeitlichen und räumlichen Auswirkungen?

Je nach Fragestellung sind verschiedene Detaillierungs- und Komplexitätsgrade bei der Entwicklung eines KM erforderlich (siehe Abbildung A1).

Die Fragestellungen, auf die ein konzeptionelles Modell eingehen muss, stellen außerdem Anforderungen an die jeweilige Zeit- und Raumskala. So wird beispielsweise die Auswirkung von Einträgen auf Entnahmen zumeist auf lokaler Ebene untersucht, während bei der Auslegung eines Überwachungsmessnetzes ein regionaler Maßstab gilt. Es darf nicht vergessen werden, dass – unabhängig von der Modellskala – bei allen Überlegungen zu einem konzeptionellen Modell hydrogeologische Grenzen für die Größe der betrachteten Gebiete ausschlaggebend sind. So muss bei der Untersuchung des Effekts von Einträgen auf Entnahmen das Einzugsgebiet bei der Entwicklung des konzeptionellen Modells berücksichtigt werden.

3.2 Räumliche Skala

In diesem Leitfaden wird das gesamte System von Grundwasserleitern, Grundwasserstauern, ungesättigten Zonen usw. untersucht. Dieser Ansatz deckt beispielsweise die Wechselwirkung zwischen Oberflächengewässern bzw. ungesättigten Zonen ab.

Die Abgrenzung eines konzeptionellen Modells geht stets von einer übergeordneten, überblicksweisen Ebene aus (z. B. Grundwasserkörper) und berücksichtigt anschließend in der Detailebene verschiedene Aspekte wie z. B. den Neubildungsbereich einer Probenahmestelle: Im ersten Fall erstreckt sich das konzeptionelle Modell über den gesamten Grundwasserkörper. Oft sind für einen schlechten Zustand lediglich Teile eines Grundwasserkörpers verantwortlich (beispielsweise Bereiche mit hohen Entnahmemengen bzw. intensiver Bodennutzung). Es empfiehlt sich, die Wasserbilanz des vom konzeptionellen Modell abgedeckten Gebietes zu definieren. Wenn Teile der Grundwasserkörper einen negativen Einfluss aufweisen, beispielsweise durch Punktquellen, so müssen lediglich jene potenziell betroffenen Gebiete im detaillierteren Konzeptmodell berücksichtigt werden. Die kleinste Ebene eines KM ist das Einzugsgebiet einer Probenahmestelle.

Das bedeutet zumeist, dass bei der Erstellung eines KM verschiedene Größenordnungen berücksichtigt werden müssen. Es ist ein variabler Datenumfang erforderlich, von den Basisdaten in der Übersichtsebene bis hin zu spezifischeren Daten in der Detailebene, wobei das KM eine zuverlässige Grundlage für die Beschreibung, Risikobeurteilung und das -management darstellt. Dadurch kann der Datenbedarf in nicht betroffenen Gebieten reduziert werden.

3.3 Zeitskala

Die Zeitskala ist bei der Erstellung eines KM von großer Bedeutung, da sie beispielsweise grundlegende Informationen über die Grundwasserdynamik betrifft (darunter Infiltrationsraten sowie geogene Veränderungen der physikalischen bzw. chemischen Grundwasserbeschaffenheit).

Unter den zeitlichen Aspekten werden natürliche Variationen (z. B. saisonbedingte Effekte) und anthropogene Einflüsse (wie steigende Konzentrationen, sinkende Grundwasserspiegel) unterschieden.

3.4 Hauptpunkte bei der Entwicklung eines KM

Aus den vorangegangenen Überlegungen in den Kapiteln 2 und 3 lassen sich folgende wichtige Punkte zusammenfassen:

Grundlegende Abgrenzung

- Umfang und Fragestellungen bestimmen die Detailgenauigkeit und Komplexität des KM (siehe Kapitel 3.1, Anhang).
- Definition des Untersuchungsgebietes auf Basis der regionalen hydrogeologischen Situation (einschließlich relevanter geologischer und tektonischer Strukturen), Bestimmung der wichtigsten Einzugsgebiete für Grundwasser und Oberflächengewässer (siehe Kapitel 3.2, Anhang).
- Definition des Bilanz- und Zielbereichs, basierend auf ausreichenden geohydraulischen Randbedingungen (siehe Kapitel 3.2, Anhang).
- Vertikale und horizontale Strukturierungseinheiten (hydrogeologische Einheiten) müssen definiert werden. Formationen mit vergleichbaren hydrogeologischen Merkmalen (siehe Kapitel 5.1, Anhang) müssen kombiniert und wesentliche heterogene Gebiete beibehalten werden.

Beschreibung, Parametrierung und Quantifizierung

- Beschreibung und Quantifizierung wichtiger hydraulischer, geochemischer und hydrochemischer Parameter, sofern möglich und notwendig. Diese müssen von Punkten auf Gebiete mit bestimmten Parameterbereichen übertragen werden. Dabei ist auf die korrekte Darstellung der treibenden Kräfte und Wechselwirkungen zu achten.
- Berücksichtigung von langsam reagierenden Prozessen (z. B. Lösungsprozesse, Durchströmung ungesättigter Zonen, Veränderung der Oberflächenbedingungen, Klimavariationen, ...).
- Beschreibung der wichtigsten klimatischen Einflussgrößen und der Schlüsselparameter ungesättigter Zonen.
- Definition der Flächennutzungsverteilung.
- Identifizierung neuer Gebiete mit Risikopotenzial (siehe Kapitel 5.2, Anhang).
- Bewertung und Abschätzung möglicher Unsicherheiten, der Variabilität und Repräsentativität von Daten und Strukturen (siehe Kapitel 5.2, Anhang).

Zyklischer Ansatz

- Die Aufstellung eines KM ist kein statischer Prozess, sondern erfordert mehrere Iterationsschritte bei der Entwicklung (z. B. durch Abgleichen mit aktuellen Felddaten), Anwendung (z. B. dient ein numerisches Modell der Überprüfung, ob komplexe Wechselwirkungen adäquat beschrieben wurden) und Wartung (siehe Abbildung A2).
- Es kann sich als notwendig erweisen, in einem der Entwicklungsschritte des KM (z. B. Schritt 2b, siehe Kapitel 5.2, Anhang) auf einen der vorherigen Schritte zurückzukommen, falls sich anhand aktueller Daten herausstellt, dass das KM nicht mehr kohärent ist oder neue Abweichungen bestehen.

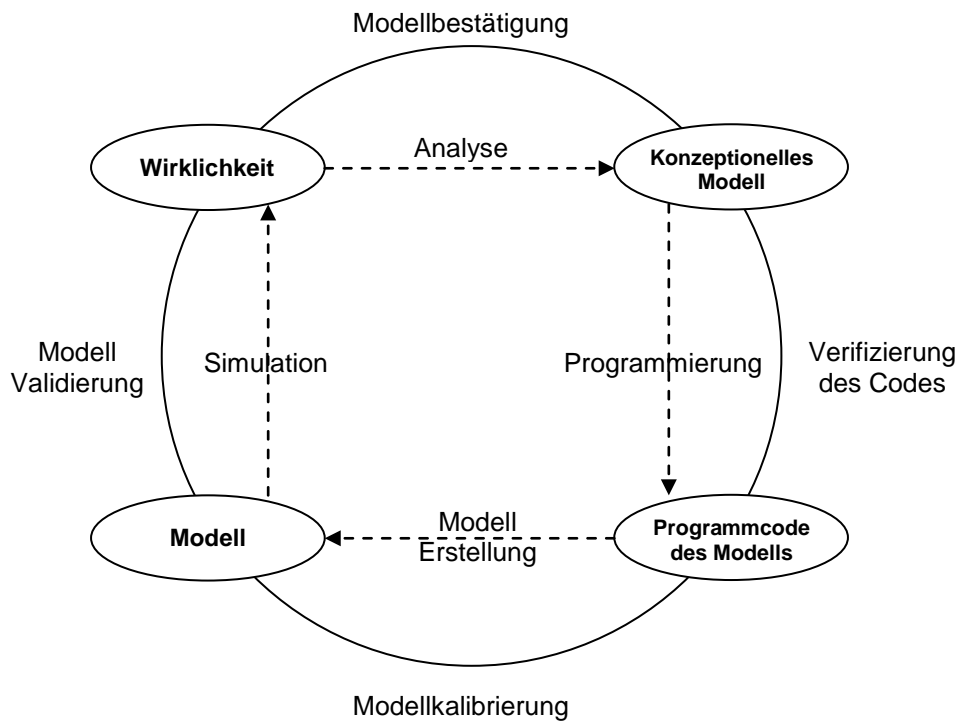


Abbildung A2: Zyklische Vorgangsweise bei der Entwicklung eines konzeptionellen Modells (nach REFSGAARD & HENRIKSEN, 2004).

4 DATEN

Bei der Erstellung eines KM bestimmen die unter Kapitel 3 (Anhang) definierten Anforderungen, ob nach vorhandenen Daten aus unterschiedlichen Quellen gesucht oder neue Daten erhoben werden sollen.

Es darf nicht vergessen werden, dass neben der WRRL und der GWRL Grundwasserüberwachungsdaten auch zu anderen europäischen oder nationalen Programmen oder Richtlinien gesammelt werden. Diese Daten können im Rahmen des KM verwendet werden. Sie können sich als sehr wertvoll erweisen, da sie oft bestehende, langfristige Zeitreihen bereitstellen und auch zukünftige Daten aus diesen Programmen in das KM aufgenommen werden können. Durch ihren Einsatz fällt außerdem eine unnötige Erhebung neuer Daten weg. Deshalb ist eine breit angelegte Prüfung existierender Daten und Datenerfassungsaktivitäten von großer Bedeutung.

Im Kontext eines KM erhalten diese Daten einen hohen Mehrwert.

4.1 Daten-Checkliste

Die Daten-Checkliste bietet einen umfassenden Überblick über eventuell benötigte Informationen. In der Praxis wird je nach Fragestellung (siehe Kapitel 3.1, Anhang) nur eine beschränkte Auswahl dieser Daten gebraucht. In den nachstehenden Tabellen finden sich Beispiele erforderlicher Daten (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

Schritt 1, einfaches KM für den Grundwasserkörper

Schritt 1a, Qualitatives KM

Schritt 1a soll einen Überblick über die Aquifergeometrie und Grundmerkmale ermöglichen. Dabei sind topografische Informationen, Geologie und Hydrogeologie auf qualitative, beschreibende Weise zu berücksichtigen.

Schritt 1b, Quantifizierung von Parametern

Schritt 1b quantifiziert die in Schritt 1a beschriebenen Elemente. Dabei werden beispielsweise hydraulische, geochemische, hydrochemische Daten sowie Bodendaten und -werte berücksichtigt. Es kann vorkommen, dass für diese quantitative Bestimmung näher präzisierete Daten aus Schritt 1a nützlich sind.

Tabelle A1: Konzeptionelles Modell – qualitative Beschreibung (Schritt 1a).

<p>Topografie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Morphologie - Oberflächengewässer (Fließgewässer, Seen, Quellen) - Einzugsbereiche für Oberflächengewässer 	<p>Geologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lithologie - Tektonik - Stratigrafie
	<p>Hydrogeologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundwassereinzugsbereich - Aquifergeometrie - Hydrogeologische Einheiten Grundwasserleitertyp (Poren-, Kluft-, Karstgrundwasserleiter usw.) - Geochemischer Typus (silikatisch, kalkhaltig usw.) - Permeabilität (grobe Schätzung hoch, mittel, niedrig) - Gespannt/frei - Fest-/Lockergestein - (Chemische) Grundwassertypologie - Homogene/heterogene Aquifersysteme - Ungesättigte Zone - Einschätzung der Fließrichtungen - Lokale Nutzung von Grundwasser

Tabelle A2: Konzeptionelles Modell – Quantifizierung von Parametern (Schritt 1b).

<p>Geochemische Daten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tongehalt - Organischer Kohlenstoffgehalt (in Boden/Grundwassermatrix) - Mineralogische Zusammensetzung von Boden/Grundwassermatrix 	<p>Hydraulische Daten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hydraulische Leitfähigkeit - Porosität (insgesamt/effektiv) - Grundwasserspiegel - Hydraulische Gradienten - Direkte Neubildung (Niederschlag) - Indirekte Neubildung/Einleitung (Wechselwirkung mit Oberflächengewässern, Drainagen und Kanäle)
<p>Grundlegende hydrochemische Daten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatur - pH-Wert - Leitfähigkeit - Redoxpotenzial - Alkalinität - Gelöster Sauerstoff - Gelöster organischer Kohlenstoff - Mineralstoffgehalt (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^-) 	<p>Spezifische hydrochemische Daten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verbindungen im Zusammenhang mit der Altersbestimmung (z. B. ^3H) - Spurenstoffe
<p>Boden (Pedologie)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bodentypverteilung - Entwicklungstiefe 	

Schritt 2, Integration von Aspekten der Risikobeurteilung in das KM¹¹

Schritt 2a, qualitative Beschreibung der Auswirkungen (anthropogen)

Schritt 2a zielt auf die Beschreibung der verschiedenen Arten von Bodennutzung, der Rezeptoren und der potenziellen Auswirkungen/Risiken ab.

Tabelle A3: Konzeptionelles Modell – qualitative Beschreibung der Auswirkungen (Schritt 2a).

<p>Landnutzung und potenzielle Belastungsfaktoren sowie Risiken¹², z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Landwirtschaft - Industrie - Infrastruktur - Entnahme- und Infiltrationspunkte - Wärmespeicher bzw. -gewinnungspunkte 	<p>Rezeptoren, darunter z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schutzzonen (z. B. Wasserversorgungsanlagen, Feuchtgebiete, Ökotope)
--	---

¹¹ Schritt 2, speziell die quantitative Bewertung, ist der Beurteilung von Grundwasserkörpern durchaus nicht unähnlich

¹² Für einen Überblick über die Verteilung der Landnutzung können Karten, basierend auf CORINE Landcover, NATURA 2000 usw. eingesetzt werden.

Schritt 2b, Quantitative Beschreibung der Auswirkungen

Schritt 2b dient zur Quantifizierung von Emissionen, Immissionen und Nutzungen.

Tabelle A4: Konzeptionelles Modell – quantitative Beschreibung der Auswirkungen (Schritt 2b).

Emission anthropogener Quellen <ul style="list-style-type: none">- Landwirtschaft (z. B. N-Überschuss)- Industrie- Infrastruktur- Bergbau (einschließlich Bergwerke, Absetzbecken und Halden)- Entsorgungswirtschaft- Diffuse Bodenverunreinigung (z. B. verursacht durch atmosphärischen Eintrag)	Einträge in das Grundwasser aus anthropogenen Quellen <ul style="list-style-type: none">- Fallspezifische Schadstoffe (z. B. CKW, Mineralölkohlenwasserstoffe, BTEX, Sauerstoffverbindungen, Schwermetalle, PAKs, Pestizide, Teeröl, Nitrat, Sulfat, Ammoniak)- Entsprechende Abbauprodukte- Zusätzliche potenzielle Elektronenempfänger und Nährstoffe ($Mn^{2+/4+}$, $Fe^{2+/3+}$, P)- Biologische Abbauidikatoren (Mn^{2+}, Fe^{2+}, CH_4)- Metalle
Grundwassernutzung <ul style="list-style-type: none">- Entnahme- bzw. Infiltrationsraten- Wärmespeicher bzw. -gewinnung	

Schritt 3, Integration von Aspekten des Risikomanagements in das KM

Schritt 3a, Beschreibung der Effekte bestehender Maßnahmen

In Schritt 3a werden vorhandene Daten zur Grundwasserqualität und -menge dahingehend verwendet, um daraus Informationen über jene Parameter (z. B. Transportzeiten) abzuleiten, die die Auswirkungen bestehender Maßnahmen beeinflussen. Dabei kann es sich um Informationen handeln, die aus der Interpretation zeitabhängiger Daten resultieren (z. B. Transportzeiten für Nitrat, errechnet aus den Konzentrationsspitzen von zwei Überwachungsbrunnen). Bei Maßnahmen im Zusammenhang mit der Grundwassermenge kann die Auswirkung eines veränderten Entnahmeregimes auf den Grundwasserspiegel und grundwasserbezogene Ökosysteme ermittelt werden.

Tabelle A5: Konzeptionelles Modell – Beschreibung der bestehenden Maßnahmen und ihrer Effekte (Schritt 3a).

Maßnahmen zur Grundwasserqualität <ul style="list-style-type: none">- Vorhandene Konzentrationsdaten für die Berechnung der Transportzeiten (anhand des Bewirtschaftungsplans für Flusseinzugsgebiete) in ungesättigten/gesättigten Zonen- Zeitliche und räumliche Entwicklung anthropogener Einträge (z. B. Düngemittel)- Ergebnisse von Markierversuchen- Berechnete/gemessene Abbau-/Reaktionsraten	Maßnahmen zur Grundwassermenge <ul style="list-style-type: none">- Vorhandene Daten zum Grund-/Oberflächenwasserstand- Vorhandene Daten zur Grundwasserentnahme- Ergebnisse von Markierungsversuchen
--	---

Schritt 3b. Prognose der Effekte bestehender und zukünftiger Maßnahmen

Schritt 3b dient der Bereitstellung von Daten zur Vorhersage der Auswirkungen bestehender und zukünftiger Maßnahmen. Diese Daten basieren auf den im Hinblick auf Schritt 3a erhobenen Daten und umfassen außerdem die in Schritt 1 und 2 erhobenen Daten, insbesondere die quantitativen. Schritt 3b bildet daher den Übergang vom konzeptionellen Modell auf das mathematische und numerische Modell.

Tabelle A6: Konzeptionelles Modell – Prognose der Effekte aufgrund von Maßnahmen (Schritt 3b).

Zukünftige Auswirkungen von Maßnahmen auf die Grundwasserqualität	Zukünftige Auswirkungen von Maßnahmen auf die Grundwassermenge
<ul style="list-style-type: none">- Berechnete Transportzeiten (anhand des Bewirtschaftungsplans für Flusseinzugsgebiete) in ungesättigten/gesättigten Zonen- Berechnete Abbau-/Reaktionsraten- Klimaentwicklungsszenarien- Zukünftige Entwicklungsszenarien hinsichtlich Landnutzung, Bevölkerung und Wasserbedarf	<ul style="list-style-type: none">- Berechnete Auswirkungen eines veränderten Entnahmeregimes auf den Grundwasserspiegel und grundwasserbezogene Ökosysteme- Klimaentwicklungsszenarien- Zukünftige Entwicklungsszenarien hinsichtlich Landnutzung, Bevölkerung und Wasserbedarf

4.2 Datenprüfung

Durch die Umsetzung bzw. Verfolgung mehrerer nationaler und europaweiter Programme und Richtlinien in Bezug auf Grundwasser, Boden, Oberflächengewässer und verwandte Bereiche steht heute eine umfangreiche Datenbank zur Verfügung, die sorgfältig durchforstet werden muss, bevor neue Datenerfassungsaktivitäten eingeleitet werden.

Beim Vergleich oder der Verknüpfung von Daten aus verschiedenen Quellen muss eine Qualitätsprüfung vorgenommen werden, die u. a. die Erhebungsmethode, den Maßstab sowie zeitliche Aspekte umfasst.

4.3 Datenerhebung und Datenerfassung

Neue Daten sollten nur dann erhoben werden, wenn sich die vorhandenen nach sorgfältiger Untersuchung als unzureichend für die Zielgruppe bzw. die Fragestellungen erweisen. (Siehe auch Kapitel 3 des Hauptdokuments)

5 ENTWICKLUNG EINES KONZEPTIONELLEN MODELLS

5.1 Einfaches KM für Grundwasserkörper, Schritt 1: Qualitatives und quantitatives Konzeptmodell

Beschreibung von Schritt 1a, qualitative Parameter im KM (Qualitatives KM)

Die Aufgabenstellung besteht darin, ein erstes Verständnis für den räumlichen Maßstab zu schaffen (siehe Kapitel 3.2, Anhang), basierend auf topografischen Daten und der Definition des Einzugsgebietes von Oberflächengewässern. Anschließend soll aus den geologischen Daten ein hydrogeologisches Verständnis entwickelt werden.

Wichtigste Erkenntnisse bei diesem Schritt:

- ⇒ Definition der hydrogeologischen Merkmale
- ⇒ Ableitung hydrogeologischer Einheiten

Anhand dieser Ergebnisse kann das Untersuchungsgebiet präzisiert werden und als Schnittstelle zu Schritt 1b eine erste Einschätzung des Grundwasserbilanzbereichs erfolgen.

Am Ende von Schritt 1a sollte bereits ein erster Überblick über das hydrogeologische System möglich sein (Skizzen)

Die Ergebnisse dieses Schrittes können z. B. in Form von Querschnitten, Karten oder Blockdiagrammen dargestellt werden und ergeben:

- die räumliche Verteilung/Abgrenzung hydrogeologischer Einheiten im für das KM abgegrenzte Gebiet
- eine Beschreibung des Überwachungsmessnetzes (siehe Monitoring-Leitfaden)
- die Integration von Informationen über die Grundwasserströmung (Richtung)

Beschreibung von Schritt 1b, Quantifizierung von Parametern im KM

Hydraulik:

Die Beschreibung der Hydraulikmerkmale erfolgt durch Integration von gemessenen Boden- (Pedologie) und Hydraulikdaten (z. B. Grundwasserspiegel, -gradienten, Permeabilität, Neubildung, Abfluss, Entwässerungsgrad).

Wichtigste Erkenntnisse bei diesem Schritt:

- ⇒ Grundwasserbilanz im vorläufigen Bilanzbereich
- ⇒ Anpassung des Bilanzbereichs an die Grundwasserbilanz
- ⇒ Erste Einschätzung, ob das vorhandene Überwachungsmessnetz ausreichend ist

Die Ergebnisse dieses Schrittes können z. B. in Form von Querschnitten, Karten oder Blockdiagrammen dargestellt werden und bieten

- eine quantifizierte Wasserbilanz, aufgeteilt auf verschiedene Abfluss- und Neubildungskomponenten,
- die Fließrichtungen von Grundwasser,
- den Flurabstand zum Grundwasserspiegel,
- die Transportzeiten von Sickerwasser und Grundwasser,
- weitere Präzisierungen zu Schritt 1a.

Hydrochemie:

Ziel ist es, eine räumliche und zeitliche Verteilung grundlegender und (sofern erforderlich) spezifischer hydrochemischer Daten (natürliche Zusammensetzung von Grundwasser) zu erstellen.

Wichtigste Erkenntnisse bei diesem Schritt:

- ⇒ Verständnis und Quantifizierung natürlicher hydrochemischer Prozesse
- ⇒ Ermöglicht z. B. die Identifizierung natürlicher Hintergrundwerte (laut Leitfaden zur Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser)
- ⇒ Erneute Bestätigung des Bilanzbereichs
- ⇒ Erneute Bestätigung des Abflussregimes

Die Ergebnisse dieses Schrittes können z. B. in Form von Karten oder Diagrammen dargestellt werden und ergeben

- die zeitliche und räumliche Charakterisierung der Grundwasserchemie,
- die natürlichen Hintergrundwerte,
- eine Präzisierung der Hydraulik von Schritt 1a und 1b.

5.2 Risikobasierte Anforderungen – Schritt 2, Integration von Aspekten der Risikobeurteilung

Beschreibung von Schritt 2a, qualitative Beschreibung der Auswirkungen (anthropogen)

Bei diesem Schritt werden verschiedene Arten der Landnutzung sowie Rezeptoren definiert (im Einklang mit dem Leitfaden zur Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser sowie dem Leitfaden zur Anwendung des Begriffs 'direkte und indirekte Einträge' im Rahmen der Grundwasserrichtlinie 2006/118/EC).

Außerdem muss bei diesem Schritt eine Risikobeschreibung erfolgen. Dabei werden spezifische Stellen oder Gebiete, die ein Risiko darstellen könnten, sowie die Art der tatsächlichen oder potenziellen Einträge (direkt/indirekt, Punkt/diffus, tatsächlich/vergangen, permanent/periodisch) bestimmt.

Wichtigste Erkenntnisse bei diesem Schritt:

- ⇒ Lokalisierung des anthropogenen Eintrags (Gefahren)
- ⇒ Lokalisierung (potenzieller) Rezeptoren
- ⇒ Identifizierung plausibler Pfade zwischen Gefahren und Rezeptoren
- ⇒ Identifizierung tatsächlicher Risiken (Größenordnung und Wahrscheinlichkeit inakzeptabler Auswirkungen auf Rezeptoren)

Die Ergebnisse dieses Schrittes können z. B. in Form von Karten dargestellt werden und ergeben

- die Verteilung verschiedener Arten von Landnutzung,
- die Verteilung verschiedener anthropogener Auswirkungen,
- die Verteilung verschiedener Rezeptoren.

Beschreibung von Schritt 2b, quantitative Beschreibung der Auswirkungen

In diesem Schritt werden Emissionen, Immissionen und Nutzungen beschrieben. Ziel ist die Definition von Anforderungen an Überwachungsdaten (Art von Parameter zur Beschreibung der Auswirkungen, Messort, Messhäufigkeit) und der zeitlichen und räumlichen Verteilung der im Grundwasser bestimmten Substanzen, verursacht durch anthropogene Einflüsse (z. B. Schadstoffabgabe einer Deponie). Bei der Grundwassermenge müssen zeitliche und räumliche Variationen anthropogener Einflüsse auf die Grundwasserhydraulik (z. B. Trinkwasserentnahme) berücksichtigt werden.

Wichtigste Erkenntnisse bei diesem Schritt:

- ⇒ Räumliche Abgrenzung von Konzentrationen und Durchflüssen
- ⇒ Zeitliche Schwankungen von Konzentrationen und Durchflüssen
- ⇒ Identifizierung (Quantifizierung?) mobilitätsrelevanter Prozesse (Verminderung, Verdünnung, siehe Leitfaden zur Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser)

Die Ergebnisse dieses Schrittes können z. B. in Form von Karten oder Diagrammen dargestellt werden und ergeben

- die Abgrenzung der betroffenen Gebiete und Rezeptoren,
- die Rekonstruktion der Auswirkungen früherer Ereignisse bis heute,
- erste Vorhersagen zukünftiger Entwicklung der Auswirkungen.

5.3 Anforderungen aufgrund des Risikomanagements (Schritt 3)

In Schritt 3 ist der Entwicklungsprozess von KM direkt mit dem Maßnahmenprogramm der WRRL verbunden. Dabei sind Maßnahmen hinsichtlich der Grundwasserqualität und -menge zu unterscheiden.

Beschreibung von Schritt 3a, Beschreibung der Effekte bestehender Maßnahmen

Maßnahmen zur Grundwasserqualität:

Mit Hilfe von Zeitreihenanalysen können die Auswirkungen bestehender Maßnahmen durch die Abschätzung von Transportzeiten in der ungesättigten und gesättigten Zone sowie durch die Definition der kinetischen Auswirkungen von Abbau- und Verminderungsprozessen beschrieben werden. Die Auswirkung von Maßnahmen in Bezug auf die zeitliche und räumliche Entwicklung früherer anthropogener Einträge kann beschrieben werden.

Hierbei handelt es sich um die Grundlage zum Verständnis der in Schritt 2 beschriebenen Prozesse und die Wissensbasis zur Vorhersage zukünftiger Prozesse in Schritt 3b.

Maßnahmen zur Grundwassermenge:

Hier erfolgt eine Beschreibung vergangener und laufender Maßnahmen (z. B. Veränderungen des Entnahmeregimes) und ihrer Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel sowie grundwasserbezogene Ökosysteme.

Wichtigste Erkenntnisse bei diesem Schritt:

- ⇒ Verständnis der Auswirkungen von Maßnahmen auf die Grundwassermenge und -qualität
- ⇒ Wissensbasierte Entscheidung, ob im Prinzip ein guter Zustand erreichbar ist

Die Ergebnisse dieses Schrittes können dargestellt werden als

- Karten der räumlichen und zeitlichen Entwicklung in beeinflussten Gebieten, in denen bereits Maßnahmen getroffen wurden,
- Diagramme zur Entwicklung von Risiko-bezogenen Parametern aufgrund bestehender Maßnahmen.

Beschreibung von Schritt 3b, Prognose der Effekte bestehender und künftiger Maßnahmen

Auf der Basis der Information aus Schritt 3a liefert Schritt 3b Datensätze für Zukunftsszenarien, die in mathematische bzw. numerische Modelle einfließen können.

Maßnahmen zur Grundwasserqualität:

Mit Hilfe von Berechnungen der Transportzeiten in der ungesättigten und gesättigten Zone können die räumlichen und zeitlichen Auswirkungen von Maßnahmen mit den in den Bewirtschaftungsplänen für Flusseinzugsgebiete definierten Fristen verglichen werden. In diesem Schritt lassen sich auch Szenarien erstellen, die zukünftige Entwicklungen hinsichtlich Klima und Landnutzung, Bevölkerung und Wasserbedarf berücksichtigen.

Maßnahmen zur Grundwassermenge:

In erster Linie werden die Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel und grundwasserbezogene Ökosysteme anhand unterschiedlicher Maßnahmenzenarien berechnet, wobei der Schwerpunkt auf dem Entnahme-/Infiltrationsregime liegt. Ebenso wie bei der Grundwasserqualität können/müssen auch Szenarien erstellt werden, die zukünftige Entwicklungen hinsichtlich Klima und Landnutzung, Bevölkerung und Wasserbedarf berücksichtigen.

Wichtigste Erkenntnisse bei diesem Schritt:

- ⇒ Ob die vorgeschlagene/geplante Maßnahmen im Prinzip ausreichen, um die Zielsetzungen der Bewirtschaftungspläne für Flusseinzugsgebiete zu erreichen
- ⇒ Zeitrahmen zur Erreichung einer Trendumkehr
- ⇒ Zeitrahmen zur Erreichung eines guten Zustands bzw. eines natürlichen Hintergrundwerts
- ⇒ Empfehlung, falls Bedarf für eine Fristverlängerung bzw. eine Herabsetzung der Umweltziele besteht

Die Ergebnisse dieses Schrittes können als Diagramme und Karten in Verbindung mit einer Textbeschreibung dargestellt werden.

5.4 Dokumentation/Visualisierung

Eine umfassende Dokumentation sämtlicher Schritte eines KM ist von wesentlicher Bedeutung. Dabei sollte klar aufgezeigt werden, wo sich Verbesserungsschleifen befinden. Die Komplexität der Visualisierung hängt von den Fragestellungen und den angesprochenen Personenkreisen ab. Sämtliche verwendeten Datenquellen müssen dokumentiert werden.

Zu den für eine Veröffentlichung geeigneten Medien zählen beispielsweise Bilder, Diagramme, Karten, Blockdiagramme, Querschnitte, Texte, Diashows, Web Map Services und Viewer.

6 VALIDIERUNG VON KONZEPTIONELLEN MODELLEN, QUALITÄTSSICHERUNG

6.1 Einführung

Ein konzeptionelles Modell ist dynamisch und verändert sich mit der Zeit im Zuge der Erhebung neuer Daten und der Prüfung des Modells. Seine Entwicklung und Überarbeitung sollte iterativ erfolgen. Vor seinem Einsatz muss das konzeptionelle Modell allerdings kalibriert werden. Bevor eine Neueinstufung vorgenommen wird, sollte das konzeptionelle Modell bewertet, überarbeitet und validiert werden. Sämtliche Daten zur Art des Grundwasserkörpers, die im Zuge des Charakterisierungsprozesses gesammelt wurden, müssen anhand des konzeptionellen Modells geprüft werden, sowohl um das Modell zu präzisieren als auch um Datenfehler zu erkennen. Dabei muss die Zielentfernung berücksichtigt werden: Je mehr sich ein Grundwasserkörper dem guten Zustand nähert, desto genauer sollte das konzeptionelle Modell sein, damit Einstufungstests korrekt durchgeführt werden können. Sofern Unklarheiten über die Zuverlässigkeit der Ergebnisse bestehen, gilt der Grundwasserkörper vorerst als gefährdet.

Vier Arten von Daten müssen in den Kalibrierungs- und Validierungsprozess aufgenommen werden:

1. Prozessdaten: z. B. Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Oberflächengewässern, stationärem bzw. Übergangszustand
2. Struktur: z. B. geologische Struktur, Randbedingungen
3. Einträge: z. B. Niederschlag, Grundwasserneubildung, Evapotranspiration
4. Parameter: z. B. Permeabilität, Speicherkoeffizient

Der Hauptunterschied zwischen Kalibrierung und Validierung ist der Zeitpunkt, zu dem diese Prozesse stattfinden:

- Die Kalibrierung wird durchgeführt, bevor das konzeptionelle Modell als abgeschlossen betrachtet werden kann: Bei diesem Prozess wurden die Werte aller variablen Parameter so gewählt, dass die berechneten Grundwasserspiegel, Geschwindigkeiten, Konzentrationen usw. möglichst genau der Realität entsprechen.
- Die Validierung erfolgt nach Abschluss des konzeptionellen Modells, wenn eine signifikante Menge neuer Daten erhoben wurde; in dieser Phase kann überprüft werden, ob die neuen Daten korrekt vorhergesagt wurden; falls nicht, sollte der Kalibrierungsprozess neu begonnen werden.

Die Validierung eines konzeptionellen Modells kann auf Überwachungsdaten basieren, falls ausreichende Daten zur Verfügung stehen. Dies ist jedoch oft nicht der Fall. Dann kann die Analyse der Belastungs- und Rezeptormerkmale in Kombination mit Überwachungsdaten eine passende Validierungsmethode sein. Mit Hilfe des Ansatzes bei der Auswahl relevanter Substanzen (CIS-Leitfaden Nr. 3, 2003) können die Belastungen eines Grundwasserkörpers (Top-Down-Ansatz) sowie die an Rezeptoren beobachteten Effekte (Bottom-Up-Ansatz) analysiert und miteinander verglichen werden. Dabei muss selbstverständlich die Transportzeitverteilung berücksichtigt werden. Dieser Vergleich bietet Aufschluss über die Gültigkeit des konzeptionellen Modells.

Allgemein gilt, dass die auszuführenden Validierungsschritte genau geplant und aufgezeichnet werden müssen. Dabei sind Aspekte wie die Verfügbarkeit von Daten und der Abstand zum Ziel zu berücksichtigen.

6.2 Validierung von konzeptionellen Modellen

Bei der Erstellung eines KM besteht der erste Validierungsschritt darin, vorhandene Daten konsistent zu einem konzeptionellen Modell zusammenzufügen. Da es sich beim KM nicht um ein statisches Abbild handelt, tauchen mit der Zeit neue Informationen auf, die in das KM integriert werden können (z. B. Überwachungsdaten, Maßnahmen zum Datenaufbau, ...). Durch kontinuierliche Eingabe dieser neuen Daten in das KM kann die Richtigkeit des KM-Aufbaus validiert werden. Bei Auftreten von Konflikten müssen sowohl das Design des konzeptionellen Modells als auch die Qualität der neuen Informationen geprüft werden, um eine widerspruchsfreie Lösung zu finden. Die Validierung durch Überwachungsdaten und neue Informationen ist die gebräuchlichste Variante.

Neben der Validierung durch Überwachungsdaten können auch mathematische Modelle (meist computerbasiert) für die Validierung eingesetzt werden. Die erste Möglichkeit ist die Reproduktion des bestehenden konzeptionellen Modells in einem mathematischen Modell (z. B. Reproduktion gemessener Grundwasserspiegel oder hydrographischer Kurven). Eine zweite, zeitaufwendigere Methode ist der Vergleich der Vorhersage von KM-basierten mathematischen Modellen mit späteren Überwachungsdaten des Grundwasserkörpers.

6.3 Qualitätssicherung

Fehler bei der Entwicklung eines KM pflanzen sich in den anderen Schritten der Erstellung des KM fort und führen aller Wahrscheinlichkeit nach zur Entwicklung eines Probenahme- und Analyseverfahrens, das die erforderlichen Daten für die vorliegende Problemstellung eventuell nicht erzielt. Es ist wichtig, die dem KM zugrunde gelegten Theorien und Annahmen zu identifizieren, um für angemessene Transparenz zu sorgen. Bei komplexen Problemen kann erwogen werden, diese in überschaubarere Teilfragen zu zerlegen, die mittels separater Untersuchungen geklärt werden. Priorität könnte auf die individuellen Problemabschnitte und die Beziehung zwischen diesen untersuchten Abschnitten gelegt werden.

Grundsätzlich gibt es für die beabsichtigte Verwendung dieser Daten zwei Möglichkeiten: Daten für die *Entscheidungsfindung* und Daten zur *Erstellung von Einschätzungen*. Modelle können eingesetzt werden, um Punktinformationen auf Flächeninformationen zu übertragen.

Problemstellungen in der Entscheidungsfindung

- Übersteigt die Schadstoffkonzentration im Grundwasser ein akzeptables Maß?
- Übersteigt die Schadstoffkonzentration eine Norm?
- Stellt ein Schadstoff ein Gesundheitsrisiko für den Menschen bzw. ein Umweltrisiko dar?
- Liegt die Schadstoffkonzentration maßgeblich über dem Hintergrundwert?
- usw.

Problemstellungen für Einschätzungen

- Wie hoch liegt die durchschnittliche Grundwasserströmung im Grundwasserleiter?
- Wie verhält sich die räumliche und zeitliche Verteilung von Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser?
- Wie hoch ist der Bestand gefährdeter Arten im betroffenen Lebensraum?
- Wie variieren Schadstoffhintergrundkonzentrationen räumlich und zeitlich?
- usw.

Um die Möglichkeit falscher Schlussfolgerungen zu reduzieren und die Unsicherheit von Schätzungen in einem akzeptablen Rahmen zu halten, *müssen Leistungs- bzw. Akzeptanzkriterien ermittelt werden*, die von den gesammelten Daten erfüllt werden müssen. *Leistungskriterien* fließen neben angemessenen, üblichen Methoden der Qualitätssicherung in das Design neuer Datenerhebungen ein, während *Akzeptanzkriterien* das Design von Verfahren zur Erfassung und Evaluierung bestehender Daten für den geplanten Einsatzzweck bestimmen. Deshalb ist der geplante Einsatz der Daten teilweise ausschlaggebend für die Wahl der Methode und der Art von Kriterien.

Zur Entwicklung von *Leistungs- und Akzeptanzkriterien* (bzw. Zielsetzungen hinsichtlich der Datenqualität) sowie zur Spezifizierung des zulässigen Ausmaßes potenzieller Fehlentscheidungen kann der sog. Data Quality Objectives Process (DQO-Prozess, Guidance on Systematic Planning Using the Data Quality Objectives Process EPA QA/G-4, Februar 2006) herangezogen werden. Dieser gilt als Ausgangsbasis zur Erreichung der für ein konzeptionelles Modell erforderlichen Datenqualität und -menge.

Der DQO-Prozess besteht aus einer Reihe von logischen Schritten und bietet eine Orientierungshilfe für einen Plan zur ressourceneffizienten Erhebung von Umweltdaten. Der flexible, iterativ gestaltete Prozess gilt sowohl für die Entscheidungsfindung (z. B. Einhaltung bzw. Nichteinhaltung einer Norm) als auch für Prognosen (z. B. Bestimmung der mittleren Schadstoffkonzentration). Der DQO-Prozess dient der Erstellung von *Leistungs- und Akzeptanzkriterien*, die als Grundlage für die Entwicklung ei-

nes Plans zur Erhebung von Daten in ausreichender Qualität und Menge dienen, um die Ziele der Untersuchung zu erreichen. Die Nutzung des DQO-Prozesses gewährleistet eine effiziente, effektive Ressourcenverwendung, die Konsensfindung hinsichtlich Art, Qualität und Menge der erforderlichen Daten, um das Projektziel zu erreichen, sowie die komplette Dokumentation der ergriffenen Maßnahmen im Zuge der Projektentwicklung.

Allgemein wird unter *Leistungskriterien* die gesamte Bandbreite der Spezifikationen verstanden, die für die Auslegung einer Daten- oder Informationserhebung notwendig ist. Damit werden bei der Integration neu erhobene Daten in ausreichender Qualität und Menge generiert, um die Projektziele zu erreichen. *Akzeptanzkriterien* sind Spezifikationen, die auf die Eignungsbewertung einer oder mehrerer vorhandener Informations- oder Datenquellen für die Zielsetzungen des Projekts abzielen.

Bei der Bewertung wissenschaftlicher und technischer Informationen empfiehlt das US-Umweltministerium (EPA) den Einsatz von fünf Allgemeinen Bewertungsfaktoren (General Assessment Factors, GAFs), die in Tabelle A7 aufgelistet sind.

Tabelle A7: Allgemeine Bewertungsfaktoren der EPA.

Zuverlässigkeit: Die Angemessenheit und Sinnhaftigkeit der im Zuge der Informationsgenerierung eingesetzten wissenschaftlichen und technischen Verfahren, Messungen, Methoden oder Modelle für den geplanten Verwendungszweck.
Anwendbarkeit und Nutzen: Die Relevanz der Informationen im Hinblick auf den geplanten Verwendungszweck.
Klarheit und Vollständigkeit: Die Klarheit und Vollständigkeit, mit der die zur Informationsgenerierung herangezogenen Daten, Annahmen, Methoden, Qualitätssicherung und Analysen dokumentiert sind.
Unsicherheit und Wechselhaftigkeit: Die Bewertung und Bestimmung der Variabilität und Unsicherheit (quantitativ/qualitativ) von Informationen bzw. Verfahren, Maßnahmen, Methoden oder Modellen.
Bewertung und Prüfung: Die unabhängige Überprüfung, Validierung und ExpertInnenbegutachtung (Peer-Review) von Informationen bzw. Verfahren, Maßnahmen, Methoden oder Modellen.

Diese allgemeinen Bewertungsfaktoren können bei der Beschreibung der Qualitätssicherung des konzeptionellen Modells eingesetzt werden.

7 GLOSSAR

Ein umfangreiches englischsprachiges Glossar der Grundwasserterminologie ist auf der Website der „Groundwater Foundation“ zu finden:

<http://www.groundwater.org/gi/gwglossary.html>

8 LITERATUR

- J. Spijker, R. Lieste, M. Zijp, T. de Nijs, 2009. Conceptual Models for the Ground Water Directive. See www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607300010.html .
- EU (1980): Council Directive 80/68/EEC of 17 December 1979 on the protection of groundwater against pollution caused by certain dangerous substances. Official Journal of the European Union, L 20.
- EU (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Union, L 327/1.
- EU (2006): Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration. Official Journal of the European Union, L 372/19.
- REFSGAARD, J. C. & HENRIKSEN, H. J. R. (2004): Modeling guidelines – terminology and guiding principles. *Advances in Water Resources*, Vol. 27, Nr. 1: 71–82.

ANHANG III

A KONZEPTIONELLES MODELL ZUR CHARAKTERISIERUNG EINES GRUNDWASSERKÖRPERS

GWK Leibnitzer Feld – Lage und Abgrenzung

Der Grundwasserkörper „Leibnitzer Feld“ befindet sich in der Steiermark, südlich von Graz im Südosten Österreichs. Der 103 km² große Einzel-Porengrundwasserkörper erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung und weist eine Seehöhe zwischen 157 und 340 m ü. A. auf.

Der Grundwasserkörper ist im Norden, Osten und Westen morphologisch durch Gebirgskörper deutlich begrenzt. Im Süden ist der Grundwasserkörper durch die Mur begrenzt.

Landnutzung und Belastungen

Basierend auf Auswertungen von CORINE Landcover 2000-Daten (CORINE 2000) ergibt sich über dem Grundwasserkörper Leibnitzer Feld die in Tabelle A8 dargestellte anteilmäßige Verteilung der Landnutzung (in % der Gesamtfläche). Die Hauptbelastungen des Grundwassers erfolgen durch Wasserentnahmen, Landwirtschaft, Industrieanlagen und ausgewiesene Altlasten (siehe auch anthropogene Einflüsse).

Tabelle A8: Landnutzung im Leibnitzer Feld (nach CORINE 2000).

Landnutzung	%
Corine: 1. Bebaute Fläche	19,4
Corine: 2. Landwirtschaftliche Flächen	61,3
Corine: 3. Wälder und naturnahe Flächen	14,8
Corine: 5. Wasserflächen	4,5

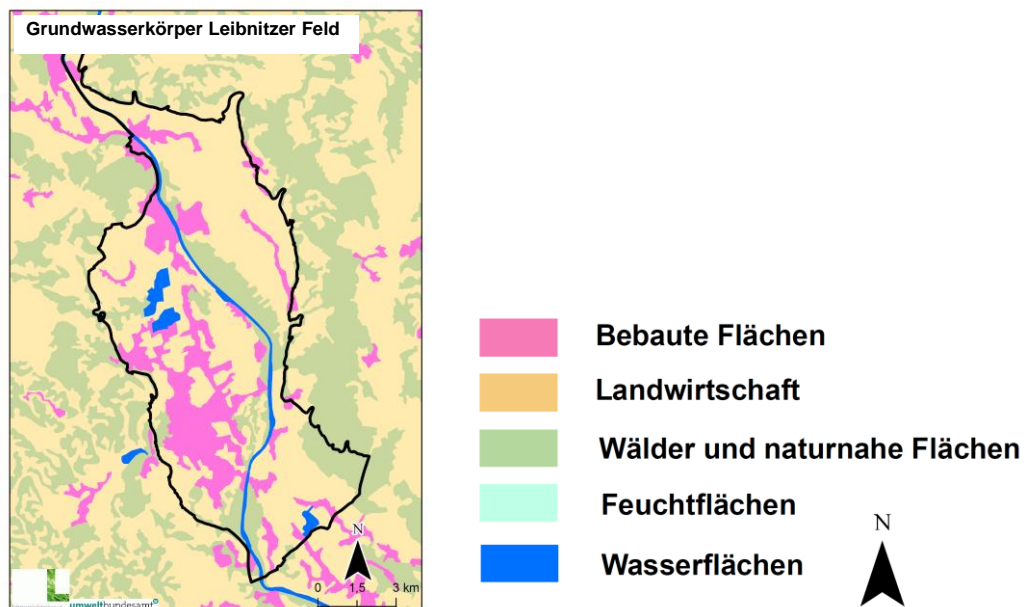


Abbildung A3: Landnutzung nach CORINE (2000) im Grundwasserkörper Leibnitzer Feld. (Datenquellen: Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) BGBl. Nr. 479/2006 i.d.g.F.; BMLFUW, Sektion VII/Abteilung 1 Nationale Wasserwirtschaft; Ämter der Landesregierungen, Umweltbundesamt)

Überlagernde Schichten

Deckschicht und Flurabstand: Über 75 % des Grundwasserkörpers sind mit Deckschichten versehen, wobei es sich überwiegend um Lehme unterschiedlicher Mächtigkeit handelt. Die Grundwasserüberdeckung variiert in Abhängigkeit von der Oberflächenmorphologie zwischen weniger als 2 m im Bereich der Talauen und mehr als 8 m im Bereich der Hochterrassen im nordöstlichen Abschnitt. Im westlichen Leibnitzer Feld liegen die Grundwasserüberlagerungen bei mittlerem Grundwasserstand zwischen 4 und 7 m. Ein geringes Nitratrückhaltevermögen zeigen die Deckschichten im Bereich der Mur und im Großteil des Südens bzw. Südwestens des Grundwasserkörpers (siehe Abbildung A4).

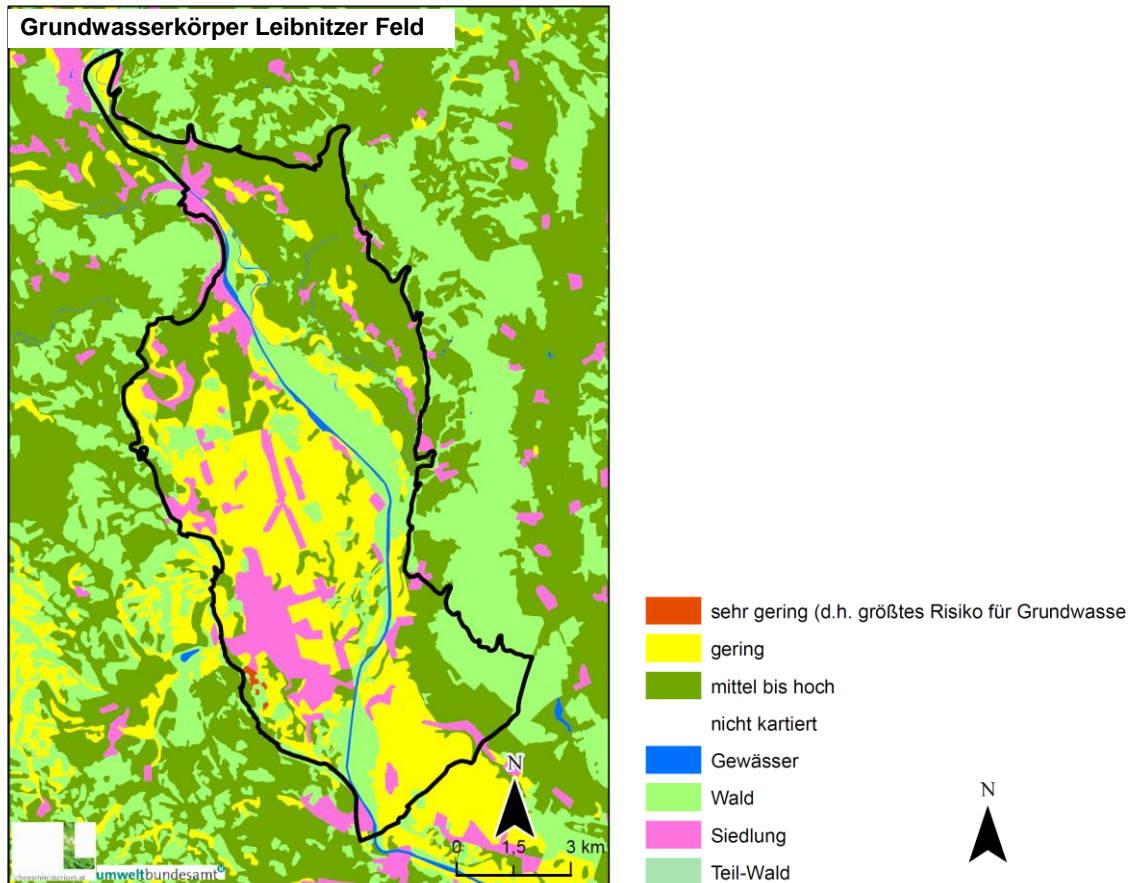


Abbildung A4: Nitratrückhaltevermögen im Grundwasserkörper „Leibnitzer Feld“. (Datenquellen: Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) BGBl. Nr. 479/2006 i.d.g.F.; BMLFUW, Sektion VII/Abteilung 1 Nationale Wasserwirtschaft; Ämter der Landesregierungen Nitratrückhaltevermögen: Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen (IKT))

Bodencharakteristik

Tabelle A9: Bodentypen im Leibnitzer Feld nach FAO – Soil Type Units-Klassifizierung (H₂O-Fachdatenbank, 2009).

FAO – Soil Type Units	%
Be – Eutric Cambisol	77.6
Je – Eutric Fluvisol	5.8
Wd – Dystric Planosol	9.2
We – Eutric Planosol	7.4

Geologische Beschreibung

Druckverhältnisse: Im Grundwasserkörper herrschen freie Druckverhältnisse.

Petrografie des Grundwasserleiters: Die quartären Schotterterrassen (sandiger Kies mit Steinen) zeigen eine durchschnittliche Mächtigkeit von 6–10 m. Die Niederterrasse wird meist aus vorwiegend gering schluffigen, sandigen Kiesen mit Steinen aufgebaut. Die Auzonen an der Mur zeigen ebenfalls einen Aufbau aus schwach schluffigen, sandigen Kiesen, über denen im Gegensatz zur Niederterrasse eine 1,5 bis 3 m mächtige Aulehmdecke liegt. Die Mächtigkeit der Sedimente der Austufe liegt meist zwischen 4 und 6 m. Die Mur nahen Bereiche sind häufig durch Rinnenlandschaften gekennzeichnet, wobei die Rinnen mit Feinsedimenten verfüllt sind.

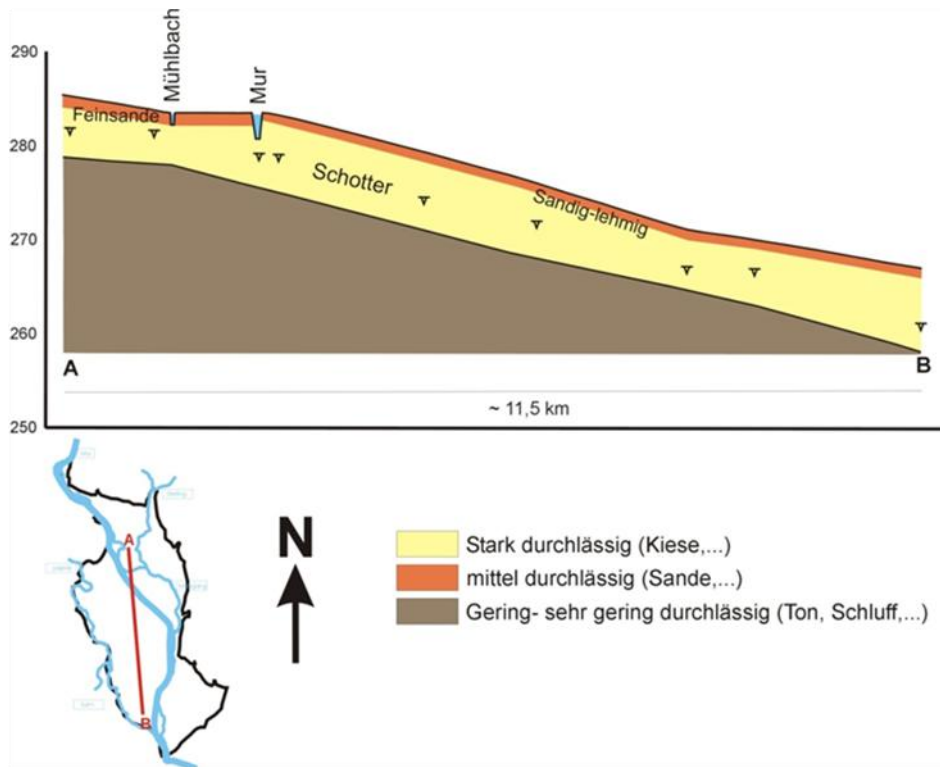


Abbildung A5: Schematischer Längsschnitt durch den Grundwasserkörper Leibnitzer Feld.

Mächtigkeit des Grundwasserkörpers: Bei mittlerem Grundwasserstand weist der seicht liegende quartäre Grundwasserkörper Mächtigkeiten zwischen weniger als 2 m in grundgebirgsnahen Randlagen und mehr als 8 m in kleinen Teilbereichen in der Nähe der Mur auf (siehe Abbildung A5). Grundwassermächtigkeiten von mehr als 4 m werden nur im nordöstlichen sowie im westlichen Leibnitzer Feld erreicht (H₂O-Fachdatenbank, 2009).

Grundwasserstauer: Die quartäre Talfüllung liegt einem Relief mit relativ einheitlicher Konfiguration auf, das Gefälle entspricht ca. dem des heutigen Murlaufes. In dem flachwelligen Relief mit durchwegs seichten und breiten Muldenzonen sind nur einige Ansätze von Hohlformen festzustellen, die dem Charakter von Tiefenrinnen entsprechen. Der präquartäre Untergrund wird größtenteils aus schluffig-sandigen bzw. tonigen Gesteinen des Jungtertiär aufgebaut. Im nordöstlichen Leibnitzer Feld wurden unter den Quartärschottern Leithakalke erbohrt.

Hydrogeologie

Grundwasserabflussrichtungen: Der nordöstliche Teil des Leibnitzer Feldes ist durch ein Abströmen des Grundwassers in Richtung Südost (parallel zur Mur) geprägt. Am östlichen Rand des Leibnitzer Feldes gewinnt abströmendes Grundwasser von den umrahmenden Hängen her immer größere Bedeutung. Die Strömungsrichtung in diesem Bereich ist NO-SW-orientiert und trifft auf den Mur-

Begleitstrom. Die generelle Fließrichtung im westlichen Leibnitzer Becken ist NW-SO orientiert. Für Teilbereiche im äußersten Westen wird die Laßnitz bzw. die Sulm zur Vorflut für das Grundwasser.

Hydraulische Leitfähigkeit und Abstandsgeschwindigkeiten: Insgesamt sind die Unterschiede in den Durchlässigkeitsbeiwerten im Grundwasserkörper eher klein und liegen mit Ausnahme von lokalen Zonen überwiegend zwischen $2E^{-3}$ und $7E^{-3}$ m/s, wobei generell die besseren Durchlässigkeiten in den Talauen von Mur und Sulm anzutreffen sind. Die nutzbaren Porositäten der Terrassen liegen zwischen 6 und 9 % und im Aubereich zwischen 9 und 18 % (H₂O-Fachdatenbank, 2009). Die Abstandsgeschwindigkeiten bewegen sich in der Größenordnung von 0,4 bis 8,5 m/d.

Grundwasserbilanz: Bei mittlerem Grundwasserstand beträgt der Durchfluss auf Höhe der Stadt Leibnitz (im Südwesten) 125 l/s (FANK 1993).

Niederschlag: Die langfristige mittlere Jahresniederschlagssumme beträgt im Leibnitzer Feld 902 mm mit einer Bandbreite von 848 bis 939 mm – der Anteil der Winterniederschläge daran ist gering (H₂O-Fachdatenbank, 2009).

Interaktionen mit Oberflächengewässern und Erneuerung

Interaktionen zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser: Es gibt eine starke Interaktion von verschiedenen Flüssen und Bächen mit dem Grundwasser. In vielen Bereichen der Au drainagieren Oberflächenwässer das seicht liegende Grundwasser. Manche Vorfluter sind sehr bedeutend für die Grundwassererneuerung des nordöstlichen Leibnitzer Feldes, die Alimentation des Grundwassers hängt stark von der Wasserführung der Gerinne ab. Uferfiltrat der Mur alimentiert in bedeutendem Ausmaß das Grundwasser.

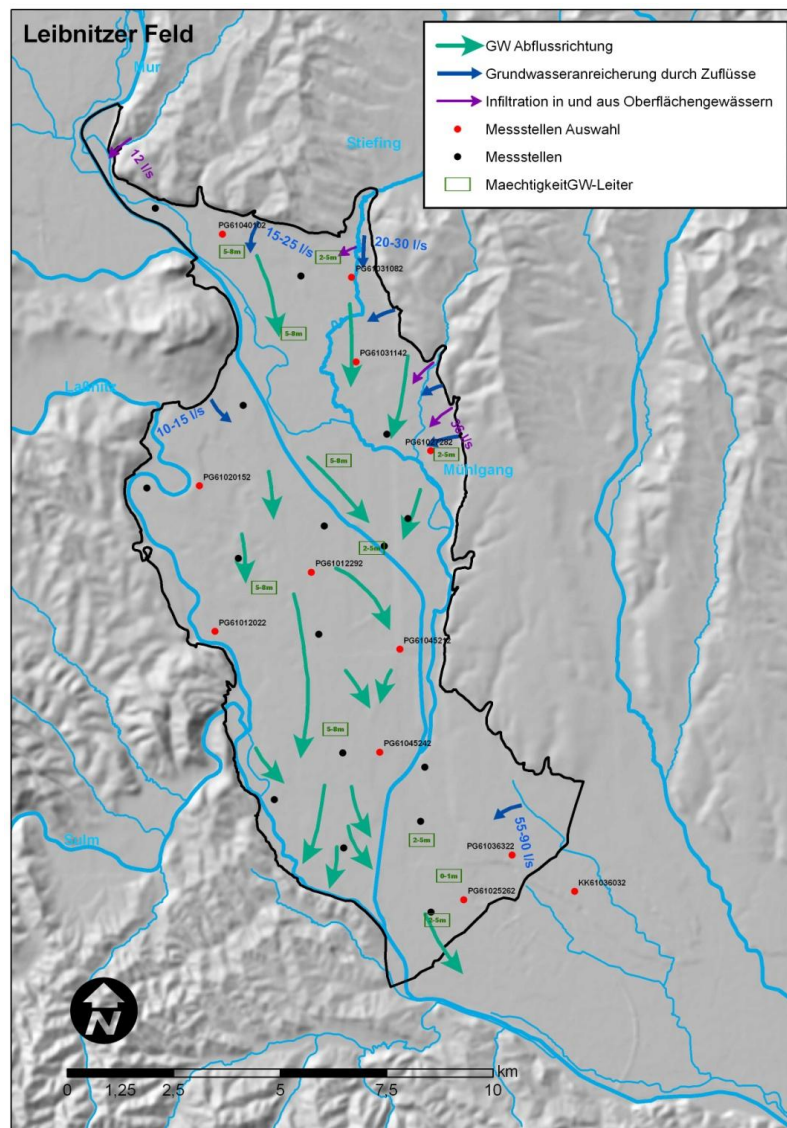


Abbildung A6: Schematisch dargestellte Hydrogeologie im Grundwasserkörper Leibnitzer Feld.

Grundwasserneubildung: Nach dem Grundwassermodell „Leibnitzer Feld“ (Simulationszeitraum 1987) ergibt sich eine Neubildung aus versickerndem Niederschlag (340 mm/a, Durchschnittswert der Jahre 1971–1990) von etwa 28 Mio. m³ (71 %), gefolgt von den Einträgen aus den Oberflächengewässern (18 %) und den Randzuflüssen mit 4,4 Mio. m³ (11 %).

Bei einer Gesamtfläche von 103 km² einer angenommenen mittleren Grundwassermächtigkeit von 4 m und einem Speicherkoeffizienten von rund 13 % ergibt sich ein Grundwasservolumen von etwa 54,6 Mio. m³. Die Abflussspende aus der Grundwasserneubildung beträgt innerhalb des Leibnitzer Feldes im Mittel 10 l/s km² (H₂O-Fachdatenbank, 2009).

GW-Chemie und GW-Monitoring: Die überwiegende Geochemie im Grundwasserkörper ist silikatisch/karbonatisch (H₂O-Fachdatenbank, 2009).

Grundwasserchemie und anthropogene Einflüsse

GW-Chemie und GW-Monitoring: Die überwiegende Geochemie im Grundwasserkörper ist silikatisch/karbonatisch (H₂O-Fachdatenbank, 2009).

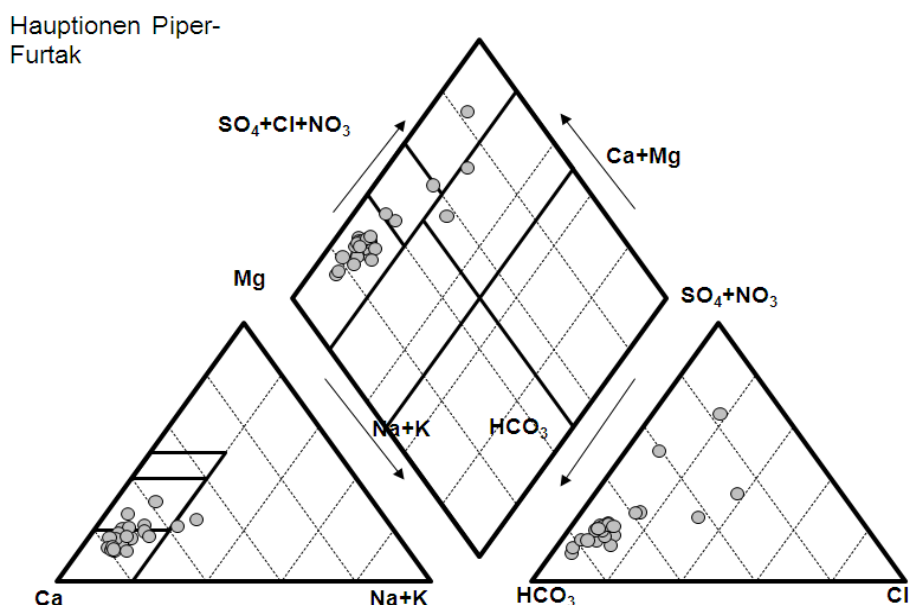


Abbildung A7: Hauptionen, dargestellt in einem Piper-Furtak-Diagramm.

Anthropogene Einflüsse: Anthropogene Einflüsse auf das Grundwasser sind durch Wasserentnahmen, Bauwerke, Industrieanlagen und ausgewiesene Altlasten, Tourismus sowie Land- und Forstwirtschaft gegeben (H₂O-Fachdatenbank). Grundwasser wird in großem Maßstab zur Trinkwasserversorgung und auch zu gewerblichen Zwecken genutzt. Starke Eingriffe in die ehemaligen Strömungsverhältnisse im Bereich der Mur durch Kraftwerksbauten.

Besonderen Schutz genießen die Grundwasservorkommen durch eine Reihe von Schutzgebieten.

Literatur

Fank J., A. Jawecki, H. P. Nachtnebel, H. Zojer (1993): Hydrogeologie und Grundwassermodell des Leibnitzerfeldes.

H₂O-Fachdatenbank, 2009

B DRINKING WATER PROTECTION FILE (TRINKWASSERSCHUTZAKTE): EIN ANSATZ ZUR RISIKOBEURTEILUNG AUF LOKALER EBENE

Einleitung

Unter anderem setzt die Wasserrahmenrichtlinie Ziele für Wasser für den menschlichen Verbrauch (Artikel 7). Diese Zielsetzungen, die sich auf die Qualitätsnormen der Trinkwasserrichtlinie (98/83/EG) beziehen, sehen einerseits die Erhaltung des derzeitigen Zustands der Ressourcenqualität als auch – längerfristig – die Verbesserung der Qualität vor. Deshalb beinhaltet die Beschreibung der Wasserkörper eine Beurteilung des Risikos in Bezug auf das Verfehlen der Trinkwasserziele. Um eine solche Risikobeurteilung für eine Entnahmestelle auf lokaler Ebene durchzuführen, haben die Niederlande vor zwei Jahren eine sogenannte Trinkwasserschutzakte (DWPF, Drinking Water Protection File) ausgearbeitet. Seither wurde dieses Instrument bereits an mehreren Orten getestet. Aufgrund der positiven Erfahrung wird nun beabsichtigt, es für das ganze Land einzuführen. Die Ergebnisse sollen zum Maßnahmenprogramm des zweiten Umsetzungszyklus der WRRL (2015–2021) beitragen.

Beschreibung einer Trinkwasserschutzakte

In einer Trinkwasserschutzakte werden alle für die Wasserqualität an der Entnahmestelle heute und in Zukunft relevanten Daten erhoben. Ausgehend von diesen Informationen können effiziente Maßnahmen hinsichtlich Wasserqualität und den Kosten der Maßnahmen ausgearbeitet werden. Die Trinkwasserschutzakte ergänzt die bestehenden Schutzmaßnahmen und bietet ein Instrument zur Umsetzung von Artikel 7 der WRRL. Die Entscheidungen über die zu treffenden Maßnahmen erfolgen durch die zuständigen Behörden, sie werden in deren Plänen dargelegt und infolgedessen in den Bewirtschaftungsplänen für Flusseinzugsgebiete zusammengefasst. In die Vorbereitung der Trinkwasserschutzakte werden die zuständigen Akteure eingebunden, wie z. B. WassermanagerInnen (Provinzen und Wasserverbände), Wasserversorger und Gemeinden. Geleitet wird dieser Prozess von den Provinzen. Die Anzahl der beteiligten Parteien hängt von der Art der Entnahme (Oberflächenwasser oder Grundwasser) und der Lage sowie der Größe des Einzugsgebietes ab.

Eine Trinkwasserschutzakte beinhaltet zumindest folgende Elemente:

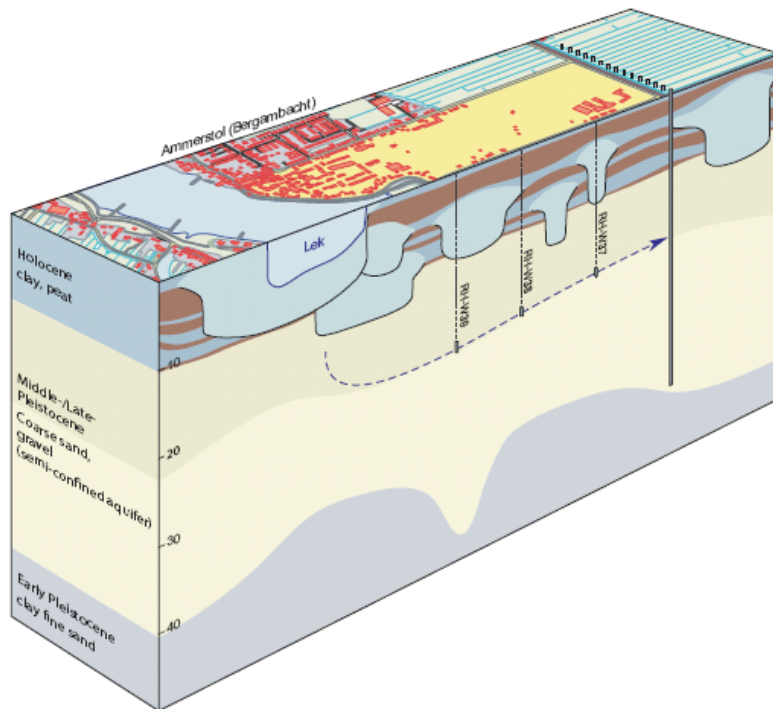
- Informationen über die Entnahme selbst und das Wassersystem (Qualität und Menge);
- Informationen über die Aktivitäten, die die Wasserqualität beeinflussen (Belastungen);
- Identifizierung relevanter Stoffe. Was sind mögliche Verunreinigungsquellen?
- Derzeitige Schutzmaßnahmen. Wo liegen die Schwachstellen?
- Was sind die (kosten-)effizientesten Maßnahmen im Umgang mit relevanten Stoffen?

Beispiel

Das Instrument der Trinkwasserschutzakte wurde an mehreren Entnahmestellen getestet. Im ausgewählten Beispiel wird die Trinkwasserschutzakte für die Entnahmestelle Bergambacht im Überblick vorgestellt.

Die Entnahmestelle Bergambacht liefert Trinkwasser für 280.000 VerbraucherInnen in den Niederlanden. Oberflächenwasser des Flusses Lek (ein Rhein-Seitenarm) sickert ins Grundwasser und wird 500–1.000 m vom Flussufer entfernt entnommen. Die Bodenpassage garantiert eine Abschwächung und Verdünnung der im Wasser enthaltenen Stoffe. Die Qualität des entnommenen Wassers wird in erster Linie von der Qualität des eingesickerten Flusswassers bestimmt (80–90 %) und nur zu 10–20 % von der Grundwasserqualität des umgebenden Polders (Bergambacht). Für Grundwasser, das für den menschlichen Verbrauch gedacht ist, gibt es keine spezifischen Normen. Deshalb wird das entnommene Wasser in der Trinkwasserschutzakte mit den Normen für Trinkwasser verglichen. Das bedeutet nicht, dass Grundwasser, das für den menschlichen Verbrauch entnommen wird, zwangsläufig den Trinkwassernormen entsprechen muss. In den Niederlanden verfügen alle Wasserunternehmen über Wasseraufbereitungsanlagen, damit die Trinkwassernormen erfüllt werden.

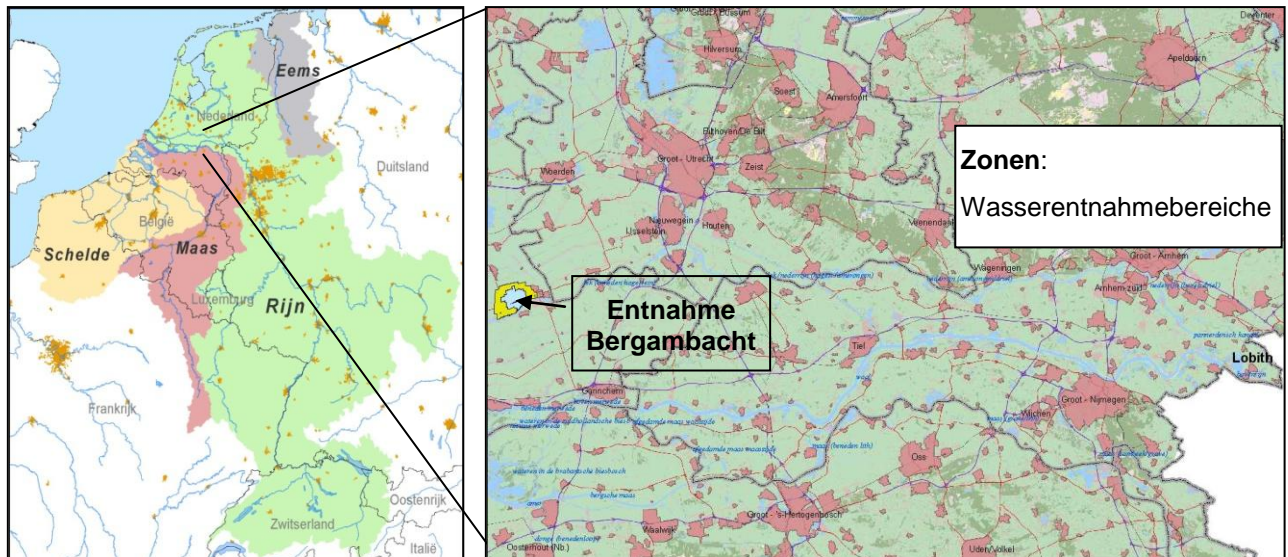
Im gegenständlichen Fall wurden der Treibstoffzusatz MTBE, das Lösungsmittel Diglyme und flüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe im entnommenen Grundwasser in Konzentrationen gefunden, die die niederländischen Normen für Trinkwasser übersteigen. In Hinblick auf die Konformität mit den Normen bereitet das Wasserunternehmen das Wasser mit Hilfe von Aktivkohlefiltration auf.



Darüber hinaus scheinen die Konzentrationen an anderen Substanzen wie Medikamenten und Pestiziden zu steigen, übersteigen jedoch noch nicht die Trinkwasserqualitätsnormen. Daten betreffend die Wasserqualität aus lokalen Oberflächengewässern, dem Fluss Lek und dem flussaufwärts verlaufenden Rhein zeigen, dass die Schadstoffe aus Industrieabwässern, Klärabwässern, Regenüberläufen und Landwirtschaft in den Niederlanden und Ländern stromaufwärts stammen. Die Trinkwasserschutzakte macht deutlich, wie wichtig es ist, über diese Stoffe auf der Ebene der Einzugsgebiete zu diskutieren und dass es auch Verbesserungsmöglichkeiten innerhalb des Rheindeltas

gibt. Mögliche Maßnahmen wären strengere Gesetze in Bezug auf Pestizide, die Reduktion von Überläufen ungeklärter Abwässer, Anpassung der Genehmigungen für Emissionen und eine leistungsstarke Abwasseraufbereitung.

Anhand der tiefgehenden Analyse, welche die Trinkwasserschutzakte bietet, wird ein allgemeines Verständnis für die Risiken bei Trinkwasserentnahmestellen geschaffen. Ausgehend davon können Maßnahmen, die von den betreffenden AkteurlInnen getragen werden, formuliert werden.



Trinkwasserschutzakte Entnahmestelle Bergambacht – Allgemeine Aspekte der Akte

Ziele:

- Allgemeines Verständnis der Entnahmestelle in Bezug auf das Wassersystem
- Entwicklung effizienter und nachhaltiger Schutzmaßnahmen

Anwendungen:

- Entwicklung effizienter Maßnahmen in Einklang mit den Zielen der WRRL über Trinkwasserressourcen

