

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 299 23 280
UBA-FB 000275



Konsequenzen der EU-Wasserrahmenrichtlinie für den Vollzug, die Grundwasserüberwachung und Berichterstattung in Deutschland

EU-Wasserrahmenrichtlinie – Anwendungsmethodik Teil Grundwasser

Dr. Falk Bednorz
Dipl.-Geol. Marco Meinert
Dr. Norbert Meinert
Dipl.-Ing. Frank Scobel

Prüfung der Einstufung des Grundwasserkörpers Rositz nach WRRL Artikel 4(5)

Dr. Norbert Meinert
Dipl.-Geol. Marco Meinert
Dipl.-Geol. Günther Kussmann

HGN Hydrogeologie GmbH, Nordhausen

in Kooperation mit

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und
Umwelt – Altlasten Management Generalvertrag (AMG)

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung ist auch als CD-ROM erhältlich.
Sowohl die Print-Ausgabe als auch die CD-ROM können bezogen werden bei

Vorauszahlung von 10,00 Euro

durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 1-2,
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** und Angabe ob Print-Ausgabe oder CD-ROM
sowie des **Namens** und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in dem Bericht geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet II 3.1
Dr. Rüdiger Wolter

Berlin, April 2002

Berichtskennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB 000275	2.	3.
4. Titel des Berichts "Konsequenzen der EU-Wasserrahmenrichtlinie für den Vollzug, die Grundwasserüberwachung und Berichterstattung in Deutschland"		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Bednorz, Falk Meinert, Marco Meinert, Norbert Scobel, Frank	8. Abschlussdatum 19. September 2001	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Hydrogeologie GmbH Rothenburgstr. 10/11 D-99734 Nordhausen	9. Veröffentlichungsdatum	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 14193 Berlin	10. UFOPLAN-Nr. FK 299 23 280	
	11. Seitenzahl 98	
	12. Literaturangaben 28	
	13. Tabellen und Diagramme 8	
14. Abbildungen 12		
15. Zusätzliche Angaben Anhang 1 „EU-Wasserrahmenrichtlinie – Anwendungs- methodik Teil Grundwasser“ (60 Seiten) Anhang 2 „Ergebniskarten“ (3 Karten)		
16. Kurzfassung Die Voraussetzungen zur Erfüllung der aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie resultierenden grundwasserrelevanten Anforderungen werden bundesweit analysiert. Darauf aufbauend werden die erforderlichen Arbeitsschritte und methodischen Bausteine zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie Teil Grundwasser entwickelt. Im Ergebnis einer kritischen Bewertung dieser Anforderungen werden für die Bestandsanalyse zwei Varianten entwickelt. Die Vor- und Nachteile werden bewertet. Im Anhang 1 ist das Ergebnis in einer Anwendungsmethodik dokumentiert. Die Ergebnisse der Bearbeitung von Pilotgebieten mit einer Fläche von rund 4500 km ² nach dieser Anwendungsmethodik werden im Anhang 2 auf Karten dargestellt. Die wichtigste Erkenntnis ist die, dass auf der Basis der vorhandenen Daten die Umsetzung mit hinreichender Genauigkeit in den ersten Etappen – der erstmaligen Beschreibung – möglich ist.		
17. Schlagwörter EU-Wasserrahmenrichtlinie, Oberflächengewässer, Grundwasser, Hydrogeologie, Altlasten, Landökosysteme, Einzugsgebiet		
18. Preis 163.648,53 DM	19. (83.672,16 €)	20.

Berichtskennblatt

1. Report No. UBA-FB 000275	2.	3.
4. Report Title "The Consequences of the European Water Framework Directive for the Execution, Groundwater Monitoring and Reporting in Germany"		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Bednorz, Falk Meinert, Marco Meinert, Norbert Scobel, Frank		8. Report Date 19. September 2001
6. Performing Organisation (Name, Address) Hydrogeologie GmbH Rothenburgstr. 10/11 D-99734 Nordhausen		9. Publication Date
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 14193 Berlin		10. UFOPLAN-Ref.No FK 299 23 280
		11. No. of Pages 98
		12. No. of References 28
		13. No. of Tables, Diagrams 8
		14. No. of Figures 12
15. Supplementary Notes Appendix 1 „European Water Framework Directive – Application Direction for Groundwater“ (60 Pages) Appendix 2 „Results of the Pilot Areas“ (3 Maps)		
16. Abstract The basic requirements for meeting the demands in terms of groundwater that result from the European Water Framework Directive (WFD) are analyzed for Germany. On this basis the necessary steps and methodical elements are derived to transpose the WFD regarding groundwater. After critical assessing of these demands two methods are developed to realize the initial characterization according to the WFD. The advantages and the disadvantages of both methods are evaluated. Appendix 1 shows the result in an Application Direction. The conclusions after applying the Application Direction for the three pilot areas covering together about 4,500 km ² are shown on maps in Appendix 2. The most important conclusion is that, with the data available, the initial characterization required according to the WFD can be implemented with sufficient accuracy.		
17. Keywords European Water Framework Directive, surface water , groundwater, hydrogeology, residual deposits, river basins, terrestrial ecosystems		
18. Price DEM 163.648,53	19. (€ 83.672,16)	20.

Titel: Konsequenzen der EU-Wasserrahmenrichtlinie für den Vollzug, die Grundwasserüberwachung und Berichterstattung in Deutschland.

Kurzfassung: Die grundwasserrelevanten Anforderungen aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie einschließlich der Querverbindungen zu den Anforderungen an die Oberflächengewässer und Landökosysteme werden identifiziert. Es schließt sich eine Analyse und Bewertung der bundesweiten Voraussetzungen für die grundwasserbezogene Umsetzung der EU-Rahmenrichtlinie an. Das erfolgt zu den Sachgebieten Monitoringnetze Grundwasserstand und Grundwasserbeschaffenheit, hydrogeologische Basisdaten, Flächennutzung, Einzugsgebietsgrenzen der Oberflächengewässer und Größe der Bearbeitungsgebiete, meteorologisch-klimatisch-hydrologische Grundinformationen sowie topografische Karten und Kartengrundlagen. Auf der Basis der ermittelten verfügbaren digitalen Datenbestände zur Verbreitung der Grundwasserleiter (Maßstab 1 : 1 Million), zu den Abgrenzungen der Flusseinzugsgebiete der Bundesrepublik (Umweltbundesamt), zu den Flächennutzungsdaten CORINE land cover (EU-weite Auswertung von Luftbildaufnahmen im Maßstab 1 : 100 000), zum Digitalen Landschaftsmodell DLM 1000 sowie den Landesgrundwassermessnetzen Grundwasserbeschaffenheit der Bundesländer einschließlich der rund 800 Messstellen der Bund-Ländervereinbarung über den Datenaustausch im Umweltbereich wird eine Bewertung des Aussagegewichts der Datengrundlagen vorgenommen. Die rechnergestützte Verschneidung der verfügbaren Flächendaten mit den Einzeldaten der Grundwasserbeschaffenheitsnetze erschien für die Beantwortung der Fragestellung wissenswert, wie mit diesen verfügbaren digitalen Daten eine auf die Flussgebietseinheiten bezogene Bewertungsgrundlage zur Bestandsanalyse Grundwasser rechnergestützt erreicht werden kann. Die sich zwangsweise ergebende Unschärfe in der Aussage der aus kleinmaßstäblichen Aufnahmen gewonnenen Daten, bezogen auf die lokale Situation, wird bewusst in Kauf genommen. Entsprechend der Aufgabenstellung steht die Prüfung im Vordergrund, ob die Messnetze Grundwasserbeschaffenheit grundsätzlich zur Erfüllung der Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie geeignet sind. Dafür wurden unter anderen die Kriterien Messstellendichte sowie naturräumliche Bedingungen und Flächennutzung an den Messstellenstandorten für die Bewertung herangezogen. Die Grundwasserbeschaffenheit selbst war entsprechend der Aufgabenstellung nicht Gegenstand der Bewertung. Im Ergebnis wird festgestellt, dass für die erstmalige Beschreibung das Messstellennetz ausreichend ist. Für die weitergehende Beschreibung wird die Einbeziehung aller Rohwassermessstellen und Messstellen von Sondermessnetzen für unverzichtbar angesehen. Für das laut EU-Wasserrahmenrichtlinie bis 2006 vorzulegende Monitoringprogramm werden generelle Hinweise bezüglich der Standortoptimierung gegeben. Als Lücke wird das Fehlen von bundesweit (also länderübergreifenden) harmonisierten hydrogeologischen Basisdaten festgestellt. Konflikte für den terminlichen Abschluss der erstmaligen und der weitergehenden Beschreibung können nicht ausgeschlossen werden. Die mehrstufige Analyse muss spätestens bis Ende 2004 abgeschlossen werden und den Anforderungen in Anhang II der EU - Wasserrahmenrichtlinie entsprechen. Die erstmalige Beschreibung ist flächendeckend für jede Flussgebietseinheit in der Bundesrepublik vorzunehmen. Die Ergebnisse der erstmaligen Beschreibung sind die Voraussetzung zur Identifizierung der Gebiete, die eine weitergehende Beschreibung erfordern. Für die Grundwasserkörper, die keine weitergehende Beschreibung erfordern, sind die Ergebnisse unmittelbar für die Erstellung der Maßnahmenprogramme nach Artikel 11, der Bewirtschaft-

tungspläne nach Artikel 13 und Anhang VII sowie für die Umsetzung der Bestimmungen nach Artikel 7, 8 und Anhang V (Grundwassermonitoring) zu nutzen. Das in Artikel 4 genannte Umweltziel, „Vermeidung einer Zustandsverschlechterung des Grundwassers“, erfordert in der Phase der erstmaligen Beschreibung bereits die Bewertung der möglichen Zustandsänderungen nach Menge und Beschaffenheit (Prognose). Das wird in der einführenden Begründung der EU-Wasserrahmenrichtlinie unterstrichen: „Aufgrund der natürlichen zeitlichen Verzögerung bei der Bildung und Erneuerung der Grundwasserressourcen sind frühzeitige Maßnahmen und eine beständige langfristige Planung von Schutzmassnahmen nötig, um einen guten Zustand des Grundwassers zu gewährleisten. Bei der Erstellung eines Zeitplans für Maßnahmen zur Erreichung eines guten Zustands des Grundwassers sowie zur Umkehrung aller signifikanten und anhaltenden Trends einer Steigerung der Konzentration von Schadstoffen im Grundwasser sollte dieser natürliche Verzögerungseffekt berücksichtigt werden.“ Die Bewertung muss die sehr komplexen Zusammenhänge beachten. Merkmalanalysen in der Einheit von Gewässernetz und Klima (Rahmenbedingungen), Grundwasserleiter (Gefäß), Grundwasserkörper (Volumen), Grundwasserbedeckung (Schutzaspekt), Grundwasserneubildung (Regenerierung der Ressource), horizontale und vertikale Grundwasserdynamik, Grundwasserbeschaffenheit, Flächennutzung (punktförmige/diffuse Schadstoffquellen), Schutzgebiete, grundwasserabhängige Landökosysteme und grundwasserabhängige Oberflächenwasserkörper sowie Grundwassermonitoring (Realitätsprüfung) sind für die Abgrenzung gefährdeter Grundwasserkörper empfehlenswert. Für die Flusseinzugsgebietsbewertung sind bei Kenntnissen zur horizontalen und vertikalen Grundwasserdynamik die Abgrenzung von Speisungs-, Transit- und Entlastungsgebieten vorteilhaft. Speisungsgebiete sind nach ihrer hydrogeologischen Position Gebiete mit eindeutig nach unten gerichteten Druckgradienten (mit zunehmender Teufe sinkt das Grundwasserdruckpotential). Der Jungwasseranteil ist (isotopenphysikalische Altersbestimmungen) deutlich erhöht. Im Gegensatz dazu werden Entlastungsgebiete durch einen nach oben gerichteten Druckgradienten charakterisiert (mit zunehmender Teufe steigt das Druckpotential). Es ist mit einem deutlich erhöhten Anteil „alter Grundwässer“ anzutreffen (isotopenphysikalische Altersbestimmungen). Die zwischen den Speisungsgebieten und den Entlastungsgebieten liegenden Transitgebiete können neben der Funktion, Transport des Grundwassers von Speisungs- zu Entlastungsgebieten, durchaus lokal Speisungs- oder Entlastungsfunktion für den Hauptgrundwasserleiter besitzen. In Bezug auf die Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers sind insbesondere die Speisungsgebiete als äußerst sensibel zu betrachten. Eine Kontamination des Grundwassers hat infolge des nach unten gerichteten Druckgradienten einen weitreichenden Schadstofftransport mit irreversiblen Schäden zur Folge. In Speisungsgebieten müssen daher zum Beispiel im Havariefall oder bei erkannten diffusen Stoffeinträgen unverzüglich Maßnahmen ergriffen werden. In Entlastungsgebieten hat auf Grund des nach oben gerichteten Druckgradienten eine Kontamination des Grundwassers keine regionale Auswirkung. In diesem Bereich ist der Einfluss des belasteten Grundwassers auf unmittelbar angrenzende oder lokal vorhandenen Wassergewinnungsanlagen, Oberflächengewässer und empfindliche grundwasserabhängige Landökosysteme vorrangig von Bedeutung und entsprechend zu beachten. Die Erfahrungen aus den im Rahmen der das Forschungsthemas begleitenden Pilotgebietsbearbeitungen und anderen großräumlichen Bearbeitungen zeigen, dass zur Beurteilung der regionalen Grundwasserverschmutzungsempfindlichkeit die Abgrenzung der hydrodynamischen Position und die Art sowie Intensität der Landflächennutzung wesentlicher als die

Beurteilung der Verschmutzungsempfindlichkeit nach den Eigenschaften der anstehenden Gesteinen und Boeden ist. Der Vorteil dieser erweiterten erstmaligen Beschreibung besteht letztendlich in der zeitlich – räumlich besseren Differenzierung und Nutzung der Ergebnisse für die Beantwortung der aus anderen Artikeln und Anhängen resultierenden Anforderungen. Zugleich kann durch Vermeidung von zeitlich versetzten Daten- und Sachrecherchen (wiederholte Datenanalysen und Recherchen zu gleichen Sachverhalten aber zu unterschiedlichen Zeiten) der Aufwand für die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie vermindert werden. In der Anwendungsmethodik werden zwei Methoden vorgestellt. Dabei wird der Minimalvariante - die zu erfüllenden Mindestanforderungen laut EU-Wasserrahmenrichtlinie - eine Alternativvariante, die den oben genannten Ansprüchen genügt, gegenübergestellt. Die Wahl der für ein Einzugsgebiet oder eine Gruppe von Grundwasserkörpern zu bevorzugenden Variante lässt sich aus der Abwägung nachfolgender Kriterien treffen. Naturgegebene Verhältnisse im Einzugsgebiet wie hydrogeologische Situation, hydrologische Verhältnisse, Gewässernetzdichte und Morphologie des Einzugsgebietes, Boden/Vegetation sowie gewässerökologische Zustände; infrastrukturelle Erschließung des Einzugsgebietes wie Besiedlungsdichte, Flächennutzung, anthropogene Umweltbelastungen (Altlasten, Industrie, Verkehr, diffuser Schadstoffeintrag), wasserwirtschaftliche Nutzungen; vorhandener Kenntnisstand, Datendichte und –qualität sowie finanzielle Ressourcen für die Bearbeitung. Die erforderlichen Arbeitsschritte werden nach den genannten zwei Varianten in der Anwendungsmethodik (Anhang 1 zum Forschungsbericht) ausführlich behandelt. Nach Anhang II der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist die weitergehende Beschreibung derjenigen Grundwasserkörper (Grundwasserleiter) vorzunehmen, bei denen im Rahmen der erstmaligen Beschreibung ein Risiko hinsichtlich der Erreichung der Umweltziele ermittelt wurde. Eine weitergehende Beschreibung ist auch generell notwendig bei Grundwasserkörpern, die sich über die Grenze zwischen zwei oder mehreren Mitgliedstaaten hinaus erstrecken. Ziele der weitergehenden Beschreibung sind eine genauere Beurteilung der Ursachen und des Ausmaßes des Risikos, die Umweltziele nicht erreichen zu können, Ermittlung der Maßnahmen, die nach Artikel 11 erforderlich sind, um die Umweltziele bis 2015 zu erreichen sowie bei gegebenen Voraussetzungen die Inanspruchnahme von Ausnahmeregelungen zu begründen (Artikel 4). Die weitergehende Beschreibung erfordert eine detaillierte Betrachtung der raumzeitlichen Beschaffenheits- und Mengenentwicklung im identifizierten Grundwasserkörper bzw. dem zugehörigen Einzugsgebiet. Dies bedeutet in erster Linie eine größere Bearbeitungstiefe der Daten und Informationen, die bereits im Rahmen der erstmaligen Beschreibung betrachtet wurden. Die Notwendigkeit und der Umfang zusätzlich zu gewinnender Daten und Informationen hängen dabei von den konkreten lokalen Verhältnissen und von der Bearbeitungstiefe der erstmaligen Beschreibung ab. Die weitergehende Beschreibung ist wichtige Grundlage für die Erstellung von Maßnahmenprogrammen nach Artikel 11, Bewirtschaftungsplänen nach Artikel 13 und Anhang V sowie für die Umsetzung der Bestimmungen nach Artikel 7, 8 und Anhang V. Die Methoden und Verfahren zur Ermittlung aktueller Daten und zur Informationsverarbeitung sind die in der Grundwassererkundung und Grundwasserbewirtschaftung üblichen. Der tatsächlich erforderliche Aufwand für die weitergehende Beschreibung eines Grundwasserkörpers nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik oder in besonders gewichtigen Fällen nach dem Stand der Wissenschaft ließ sich im Rahmen dieses Themas nicht schematisieren oder normieren. Aus dem Wirken der aufgezählten Einflussfaktoren (Merkmale) resultieren dafür zu viele Möglichkeiten. Von Grundwasser- und Oberflä-

chenwasserstandsmessungen, über Durchflussmessungen an oberirdischen Gewässern, Grundwasser- und Oberflächenwasserbeprobungen, Laboruntersuchungen, isotonenphysikalischen und geophysikalischen Feldmessungen und Auswertungen bis zu hydrogeologischen Untersuchungsbohrungen, Pumpversuchen oder die Einrichtung von zusätzlichen Grundwassermessstellen ist die Anwendung der Untersuchungsverfahren einzeln oder kombiniert vorstellbar. Gleiches trifft auf die Auswertung und Informationsverarbeitung der vorhandenen sowie der zusätzlich ermittelten Daten zu. Das Spektrum kann von einer einfachen verbalen Interpretation der genannten Daten über hydrogeologische Schnitte und Karten, hydrologische analytische Berechnungen bis zur mathematischen oder geohydraulischen Modellierung reichen. In jedem Fall muss das Ergebnis der weitergehenden Beschreibung eine zuverlässige Grundlage für die Erstellung der Maßnahmenprogramme und der Bewirtschaftungspläne sowie für die Entscheidung über Ausnahmeregelungen gemäß Artikel 4 bilden. Die Anwendungsmethodik wurde in drei Pilotgebieten mit einer Fläche von rund 4500 km² erprobt. Die grundsätzliche Vorgehensweise wird beispielhaft dargestellt. Die wichtigsten Erkenntnisse aus der Pilotgebietenbearbeitung zur Erprobung der erarbeiteten Methodik sind die folgenden. Die regelgerechte Umsetzung der erstmaligen Beschreibung mit Hilfe vorhandener Daten ist praktikabel und mit hinreichender Aussagekraft realisierbar. Die Durchführung der erstmaligen Beschreibung auf der Basis verfügbarer digitaler Daten bedeutet eine erhebliche Reduzierung des Arbeitsaufwandes. Nachteile bezüglich der Aussagegenauigkeit durch die Nichtbeachtung spezieller lokaler Kenntnisse sind gegenüber der regionalen Aussage auf der Basis der digital verfügbaren Flächendaten in der komplexen Bewertung aller Merkmale vernachlässigbar. Die für die Alternativvariante zusätzlich empfohlene Erfassung und Bewertung von Daten zur Grundwasserdynamik und Grundwasserneubildung sind ohne erheblichen Aufwand realisierbar. Grundwasserbeschaffenhitsaussagen sind grundsätzlich auf der Basis der Landesgrundmessnetze möglich. Die Einbeziehung von Rohwasseranalysen erhöht deutlich die Aussagesicherheit zur Grundwasserbeschaffenhits. Es ist daher zu empfehlen, diese grundsätzlich in die erstmalige Beschreibung einzubeziehen. Die Flächennutzungsdaten (CORINE land cover) sind zur Bewertung einer Gefährdung durch den diffusen Schadstoffeintrag wesentlich. Die Daten sind komplikationslos mit den digital verfügbaren Informationen zum gewässerkundlichen Flächenverzeichnis und der topographischen Grundlage DLM 1000 verarbeitbar. Die Identifizierung von Grundwasserkörpern/-teilkörpern, die gefährdet sind, die Anforderungen in Artikel 4 der WRRL nicht zu erreichen, wird nicht allein bestimmt durch die Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers, bewertet aus Daten zu anstehenden Gesteinen und Böden. Die Flächennutzung ist hier der ausschlaggebende Faktor. Die Ausweisung von Speisungs-, Transit- und Entlastungsgebieten bietet auf der Basis der hydrodynamischen Position eine zusätzliche Möglichkeit zu beurteilen, ob der entsprechende Grundwasserkörper/-teilkörper gefährdet ist oder werden kann. Aussagen zur Grundwasserneubildung sind für die Prognose einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung und Gefährdungsabschätzung der Grundwasserkörper und Landökosysteme unverzichtbar und realisierbar. Die Grundwasserdynamik ist für die Bewertung des Grundwasserdargebotes, die Abgrenzung von Grundwasserteilkörpern für die eine weitergehende Beschreibung erforderlich ist sowie für die Bewertung des prognostischen Zustands der Grundwasserbeschaffenhits unverzichtbar. Die Durchführung der weitergehenden Beschreibung bedarf zum Teil neuer Datenerhebungen. Daraus resultiert ein erheblicher Mehraufwand gegenüber der erstmaligen Beschreibung. Deshalb ist es sinnvoll, mit einem

geringen Mehraufwand in der Phase der erstmaligen Beschreibung den Grundwasserkörper eines Einzugs-/Teileinzugsgebietes in Teilkörper aufgliedern zu können, d.h. Berücksichtigung der Grundwasserdynamik in der Phase der erstmaligen Beschreibung. Die weitergehende Beschreibung mit einem erhöhten Aufwand kann dann auf die tatsächlich gefährdeten Teilkörper beschränkt werden. Schließlich wird generell eine GIS-orientierte Umsetzung zur effizienteren Bearbeitung und Laufendhaltung empfohlen. Als Problem, das noch einer Lösung bedarf, hat sich die Scalierung für die Darstellung der Ergebnisse der Bestandsanalysen und Maßnahmenprogramme der Teileinzugsgebiete und der ihnen zugeordneten Grundwasserkörper in der Groesse der Flussgebietseinheiten erwiesen. Die Berichterstattung für die Flussgebietseinheiten stößt zudem auf das Problem einer ausgewogenen Generalisierung. Diese darf einerseits nicht so sehr ins Detail gehen (charakteristische Aussage für die Flussgebietseinheit), muss aber andererseits auch relevante Probleme in den Einzugs-/Teileinzugsgebieten und ihrer Grundwasserkörper verdeutlichen. Es ist davon auszugehen, dass es sich dabei um ein generelles Problem handelt, das durch die LAWA, eventuell sogar europaweit bis zu einer praktikablen Lösung geführt werden muss.

Title: The Consequences of the European Water Framework Directive for the Execution, Groundwater Monitoring and Reporting in Germany”

Summary: The groundwater-relevant requirements of the European Water Framework Directive are identified, including their interconnections with the requirements on bodies of surface water and terrestrial ecosystems. This is followed by an analysis and assessment of the nationwide conditions for the execution in terms of groundwater of the European Water Framework Directive in the following fields: monitoring networks for groundwater levels and groundwater chemical status, basic hydrogeological data, land use, boundaries of river basins of the surface water bodies and size of the study areas, basic meteorological, climatic and hydrological data, and topographic maps and mapping elements. The informative value of the basic data is assessed on the basis of the available digital databases on: the spread of aquifers (scale 1 : 1 million), the boundaries of the river basins in the Federal Republic of Germany (Umweltbundesamt), land use data CORINE landcover (EU-wide analysis of aerial photos on a scale 1 : 100,000), digital landscape model DLM 1000, and the Laender networks for monitoring the groundwater chemical status, including the about 800 monitoring points as agreed between the Federal Government and the Laender regarding the exchange of data in the environmental sector. Computer-aided combination of the available area data with the single data of the groundwater chemical status networks seemed to be a suitable approach to answering the question of how to establish with these available digital data an assessment basis, related to the river basin districts, for a computer-aided analysis of the current groundwater situation. This inevitably indistinct information of the data from small-scale surveys, related to the local situation, is put up with deliberately. In accordance with the task set, the main problem is to find out whether the networks for monitoring the groundwater chemical status would meet in principle the requirements of the European Water Framework Directive. Therefore, assessment was based, beside other criteria, on the density of monitoring points and on the natural conditions and land use at the monitoring sites. The groundwater chemical status proper was not the object of assessment. As a result, the monitoring points network is sufficient for initial characterisation. For further characterisation it will be inevitable to include all raw water monitoring points as well as the monitoring points of special monitoring networks. General information as to site optimisation is provided for the monitoring programme to be submitted, according to the European Water Framework Directive, by 2006. A gap is found in the lack of nationwide (i.e., cross-Laender) harmonized hydrogeological basic data. Conflicts cannot be excluded with regard to the completion date of initial and further characterisation. The multi-stage analysis must be completed by the end of 2004 at the latest and satisfy the requirements set out in Annex II to the European Water Framework Directive. Initial characterisation has to be made blanket coverage for each river basin district in the Federal Republic of Germany. The results of this first characterisation are then the basis for the identification of areas that need further characterisation. As to the bodies of groundwater that do not require further characterisation, the results can be used directly for setting up programmes of measures according to Article 11 and the river basin management plans according to Article 13 and Annex VII, and for implementation of the requirements set out in Articles 7 and 8 and Annex V (groundwater monitoring). According to the environmental objective to prevent the deterioration of the status of all bodies of groundwater in Article 4, the potential change of the quantitative and chemical status (prognosis) will

have to be assessed already in the initial characterisation. This has been underlined in the introductory statement of reasons for the European Water Framework Directive: “The task of ensuring good status of groundwater requires early action and stable long-term planning of protective measures, owing to the natural time-lag in its formation and renewal; such time-lag for improvement should be taken into account in timetables when establishing measures for the achievement of good status of groundwater and reversing any significant and sustained upward trend in concentration of any pollutant in groundwater”. This assessment must take into account the highly complex interconnections. It is recommended to use the following characters for defining the boundaries of bodies of groundwater which are at risk: water bodies network and climate (basic conditions), aquifer (receptacle), body of groundwater (volume), material overlying groundwater (protection), natural groundwater recharge (regeneration of resource), horizontal and vertical groundwater dynamics, chemical status of groundwater, land use (point/diffuse sources of pollution), protected areas, groundwater-dependent terrestrial ecosystems and groundwater-dependent bodies of surface water, and groundwater monitoring (reality check). For the assessment of river basin districts with known horizontal and vertical groundwater dynamics it would offer advantages to define the boundaries of recharge areas, transit areas and discharge areas. According to their hydrogeological position, recharge areas have a definitely downward hydraulic pressure gradient (the groundwater hydraulic pressure potential decreases with greater depth). The share of young water (isotope dating) is clearly increased. On the other hand, discharge areas stand out for an upward hydraulic pressure gradient (the hydraulic pressure potential increases with greater depth). They hold a clearly increased portion of “old groundwaters” (isotope dating). Along with their function of transporting the groundwater from recharge areas to discharge areas, the transit areas between the recharge areas and discharge areas may well recharge or discharge the main aquifer locally. Regarding the groundwater susceptibility to pollution, the recharge areas in particular must be considered as highly sensitive areas. Due to the downward hydraulic pressure gradient, groundwater contamination leads to the transport of hazardous substances over great distances and with irreversible damage. In recharge areas, for example, in the case of accident or with identified introduction of hazardous substances from a diffuse source appropriate measures must be taken immediately. In discharge areas, however, due to the upward hydraulic pressure gradient groundwater contamination will not have regional impacts. In such area, the impact of contaminated groundwater on immediately adjoining or local points for the abstraction of water, bodies of surface water and sensitive groundwater-dependent terrestrial ecosystems is a matter of top priority and has to be considered accordingly. Experience from the treatment of pilot areas accompanying the research project and from other studies covering large areas has shown that defining the hydrodynamic position as well as the kind and intensity of land use are more important characters for assessment of the regional groundwater susceptibility to pollution than is such assessment based on the characteristics of the geological units and soils. The advantage of such extended initial characterisation at last lies in the better spatio-temporal differentiation and utilization of the results for complying with the requirements that result from other Articles and Annexes. At the same time, by avoiding staggered data and material search (repeated data analysis and search for identical facts, but at different times) it is possible to reduce the input for execution of the European Water Framework Directive. Two methods are presented in the Application Direction. The minimum variant – the minimum requirements that must be met according to the European Water Framework Directive – is set against an alternative

According to the European Water Framework Directive – is set against an alternative variant that meets the above requirements. The variant to be preferred for a river basin or for a group of groundwater bodies can be chosen by weighing the following criteria: natural conditions in the river basin, such as hydrogeological situation, hydrological conditions, density of water bodies network and morphology of the river basin, soil/vegetation and ecological conditions of water bodies; infrastructure development of the river basin, such as population density, land use, environmental pollution as a result of human activity (contamination from previous uses, industry, transport, diffuse sources of pollution), water management uses; knowledge of the state of the art, data density and quality, and financial resources for treatment. The necessary steps for the above two variants are dealt with in detail in the Application Direction (Annex 1 to the research report). According to Annex II to the European Water Framework Directive, those bodies of groundwater (aquifers) shall be characterised further, for which the initial characterisation revealed a certain risk of failing to meet the environmental objectives. Further characterisation is always required also for bodies of groundwater which cross the boundary between two or more Member States. Such further characterisation shall be aimed at a precise assessment of the causes and extent of the risk of failing to meet the environmental objectives, at the determination of the measures that are required according to Article 11 for meeting the environmental objectives by 2015, and at substantiation of the recourse to exceptions (less stringent environmental objectives) if the conditions exist (Article 4). Further characterisation requires the detailed consideration of the spatio-temporal development of the chemical and quantitative status in the identified groundwater body and/or the respective river basin. This means first of all that the data and information that were considered already in the initial characterisation have to be looked upon in greater depth. The necessity and scope of data and information that must be additionally obtained depend on the specific conditions on site and on the depth to which these data and information had been treated in the initial characterisation. Further characterisation is an essential basis for drawing up programmes of measures according to Article 11 and management plans according to Article 13 and Annex V, and for meeting the requirements according to Articles 7 and 8 and Annex V. The methods and procedures used for obtaining current data and for information processing are those common in groundwater exploration and groundwater management. It was not possible within the framework of this subject to schematise or standardize the actually required input for further characterisation of a body of groundwater according to the generally accepted engineering standards or, in particularly important cases, according to the state of the art. Too many possibilities would result from the impacts of the factors (characters) listed before. Groundwater and surface water level measurement, flow metering of surface water bodies, groundwater and surface water sampling, laboratory tests, isotope and geophysical field measurement and analysis, hydrogeological test drilling, test pumping or the erection of additional groundwater monitoring points – all these procedures can be used either alone or in combination. This applies also to the interpretation of both the available and the additionally determined data and information. The spectrum may reach from simple verbal interpretation of the given data to hydrogeological sections and maps and hydrological analytic calculations and up to mathematical or geohydraulic modelling. In any case the result of further characterisation must provide a sound basis for the development of the programmes of

measure and management plans and for decisions as to exceptions according to Article 4. The Application Direction was used for three pilot areas covering altogether 4500 km². The basic approach is shown by this example. The most important findings from treatment of the pilot areas for testing the Application Direction include: Regular implementation of the initial characterisation with available data is practicable and will give sufficient information. Initial characterisation on the basis of available digital data means a substantial reduction of labour. In the complex assessment of all characters, less precise information due to disregard for specific knowledge of local conditions can be neglected over the regional information based on the available digital area data. Recording and assessment of data of groundwater dynamics and natural groundwater recharge, as additionally recommended for the alternative variant, can be done without major effort. Information about the chemical status of the groundwater can always be provided on the basis of the basic monitoring networks of the Laender. Including raw water analysis improves the reliability of information about the groundwater chemical status. It is therefore recommended to include always such analysis in the initial characterisation. The land use data (CORINE landcover) are essential for assessing the risk from diffuse discharge of pollutants into the groundwater. It will not be a problem to process the data with the available digital information with regard to the hydrological area register and the topographic basis DLM 1000. The identification of groundwater bodies/sub-bodies which are at risk of failing to meet the requirements set out in Article 4 of the European Water Framework Directive is not only derived from the groundwater susceptibility to pollution as assessed from data about geological units and soils. Land use is the decisive factor here. The identification of recharge, transit and discharge areas on the basis of the hydrodynamic position offers an additional chance for assessing whether the respective groundwater body/sub-body is or will be at risk. Information about natural groundwater recharge is inevitable and feasible for prognosticating sustainable groundwater management and risk assessment of the groundwater bodies and terrestrial ecosystems. The groundwater dynamics is an indispensable character for the assessment of groundwater resources, defining the boundaries of sub-bodies of groundwater that require further characterisation, and assessment of the prognostic chemical status of the groundwater. In part, new data will have to be collected for further characterisation, and therefore much more input will be required than for initial characterisation. Therefore it is advisable with a slightly greater input to subdivide river basins/sub-basins into sub-bodies already when doing the initial characterisation, i.e., to consider the groundwater dynamics already in the initial characterisation. Then it will be possible to limit the further characterisation, which requires greater input, to the sub-bodies which are really at risk. And last but not least, GIS-oriented implementation is recommended in general for more efficient treatment and updating. Scaling at the size of the river basin districts for representation of the results of the actual status analysis and of the programmes of measures for the river sub-basins and the bodies of groundwater assigned to them is a problem that still has to be

solved. Moreover, reporting for the river basin districts is facing the problem of well-balanced generalization. This must not go too much into detail (characteristic information for the river basin district), but it must also indicate relevant problems in the river basins/sub-basins and their groundwater bodies. It has to be assumed that this is a general problem a practicable solution to which will have to be provided by the Laenderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) and possibly even on a Europe-wide scale.