

Geophysik für den Boden- und Grundwasserschutz

F. Börner und L. Luckner, DGFZ Dresden

Ziele und Rahmenbedingungen für die Nutzung oder Sanierung von Boden und Grundwasser sind in den gesetzlichen Regelungen zum Boden- und Grundwasserschutz festgelegt. Sie bilden letztlich die Grundlage für die Bereitstellung finanzieller Mittel für entsprechende geowissenschaftliche Untersuchungen und technische Maßnahmen zum Boden- und Grundwasserschutz. Dabei sind sowohl das Recht auf EG-Ebene als auch das auf Bundes- und Länderebene zu berücksichtigen. Insbesondere mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), dem siebten Gesetz zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes (7. Novelle des WHG) und dem Bundesbodenschutzgesetz einschließlich der Umsetzung in Länderrecht wurde der rechtliche Rahmen für einen nach-

haltigen Umgang mit den Naturressourcen Boden und Grundwasser geschaffen. Dabei wird zwischen vor- und nachsorgendem bzw. prophylaktischem und therapeutischem Schutz unterschieden (siehe hierzu Beiträge in den Protokollen der 8. Dresdner Grundwasserforschungstage, 9.-10.04.2001). Während im Vorsorgebereich der Besorgnisgrundsatz auf aktuelle und zukünftige Nutzungen angewendet wird, ist im Nachsorgebereich der Schaden und die Gefahr Maßstab, an dem aktuelle, aus früheren Handlungen resultierende Wirkungen gemessen werden. Tabelle 1 zeigt die Berücksichtigung des vor- und nachsorgenden Boden- und Grundwasserschutzes in den verschiedenen Gesetzesebenen.

<i>Gesetze</i>	<i>Vorsorge</i>	<i>Nachsorge</i>
I. EU-Recht Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) untersetzende Regelwerke in Bearb.	Ausgeprägte Ausgestaltung	Sanierungsverpflichtung ≤ 15 Jahre guter Zustand Menge/ Chemie
II. Bundesrecht Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	Umsetzung der WRRL	Umsetzung der WRRL
Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)	Ausgeprägte Ausgestaltung	Sanierungspflicht bei schädlichen Bodenveränderungen und durch sie bewirkten Grundwasserschäden
III. Landesrecht Landeswassergesetze	Volle Ausrichtung auf die Vorsorge	landesspezifisch ausgeprägt; Ände- rungen infolge Umsetzung WRRL bis 12/ 2003
Landesbodenschutzgesetze	wie BBodSchG	wie BbodSchG

Tabelle 1: Gesetze und Regelungen des Boden- und Grundwasserschutzes

Abbildung 1 zeigt, dass der vorsorgende Boden- und Grundwasserschutz vorrangig die Erschließung neuer Grundwasserlagerstätten und die Sicherung von deren nachhaltiger Nutzung zum Ziel hat. Die dazu erforderlichen Untersuchungen unterstützt die Geophysik mit ihrem Repertoire an nichtinvasiven Verfahren und Methoden der „*Hydro-Geophysics*“. Aufgrund des rückläufigen Trinkwasserbedarf spielen hydrogeophysikalische Untersuchungen zur Erkundung größerer Grundwasserlagerstätten zumindest in Deutschland derzeit

eher eine untergeordnete Rolle. In Zusammenhang mit der Umsetzung der Forderungen der EG-WRRL wird auf die Ergebnisse der Lagerstättenprospektion jedoch zurückgegriffen, um z.B. Grundwasserkörper abgrenzen oder Maßnahmen für eine nachhaltige Sicherung des Grundwasserdargebots ableiten zu können. Dazu gehören z.B. die Geschützteitsbewertung von Grundwasserkörpern (Bewertung der Auswirkungen von terroristischen Anschlägen, Unfällen oder extremen Hochwässern), die Analyse von Nutzungsüberlagerungen oder die

Prognose von Auswirkungen des Klimawandels auf die nutzbaren Dargebote.

Der nachsorgende Grundwasserschutz zielt dagegen auf die Diagnose bereits geschädigter Böden und Grundwässer, deren Sanierung (Therapie) und die anschließende Erfolgskontrolle der durchgeführten Sanierung ab. Die Erkundung des Inventars von Boden- und Grundwasserschäden und deren räumliche Ausdehnung sind Aufgabenstellungen für die „*Contaminant-Geophysics*“.

Die Differenzierung in **Hydro- und Contaminant-Geophysics** zielt weniger auf eine spezifische Zuordnung von Verfahren und Methoden der Geophysik zu den sich aus den gesetzlichen Rahmenbedingungen ergebenden Aufgabenkomplexen. Vielmehr sollen darin Unterschiede in der Integration geophysikalischer Tools in die übergeordnete Zielstellung der geowissenschaftlichen oder ingenieurtechni-

schen Aufgabe zum Ausdruck kommen. **Hydro-Geophysics** steht prioritär für die klassische Erkundung von Grundwasserlagerstätten. Messleistungen werden in bestimmten Phasen des Erkundungsprozesses z.B. zur Interpolation von Bohrergebnissen oder zur Kennwertbestimmung durchgeführt (vgl. Kirsch, 2000, Knödel et al., 1997).

Die **Contaminant-Geophysics** umfasst Aufgaben, die eng mit der Lösung von Fragestellungen zu Transport, Umwandlung und Abbau von Schadstoffen im Untergrund verknüpft sind. Die geophysikalischen Messergebnisse bzw. abgeleitete Parameter fließen unmittelbar in den Entscheidungsprozess zur Konzipierung oder Durchführung von Sanierungs- oder Sicherungsmaßnahmen ein. Geophysikalische Teilaufgaben verschmelzen zunehmend mit geochemischen oder geohydraulischen Untersuchungen.

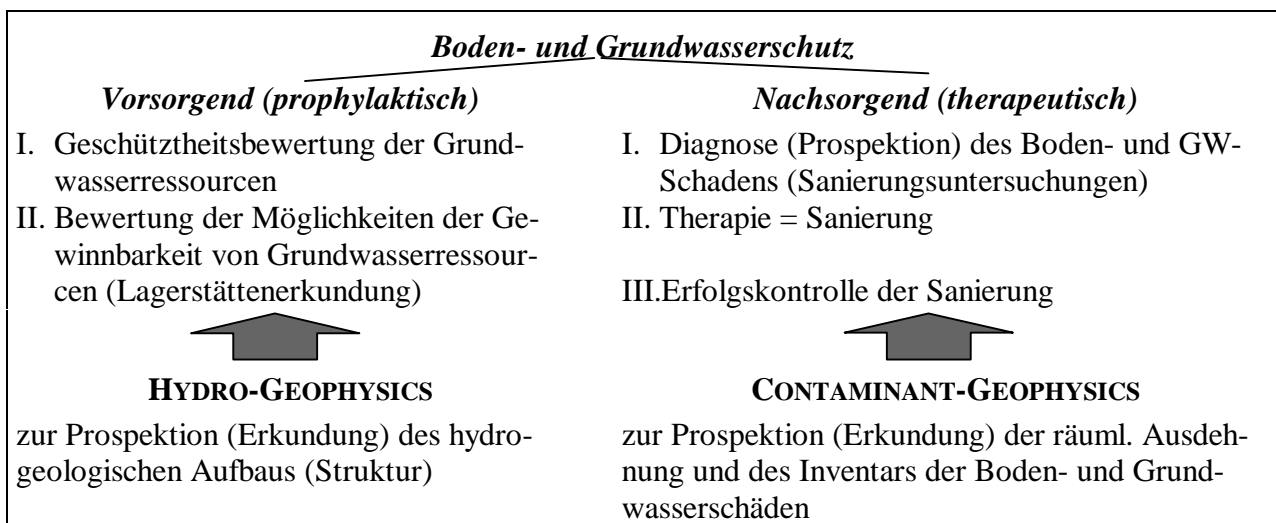


Abb. 1: Boden- und Grundwasserschutz

In diesem Beitrag werden drei Beispiele zur **Hydro- und Contaminant-Geophysics** vorgestellt.

Als Vorsorgemaßnahme zur Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung in Sachsen-Anhalt wurde in den Jahren 1974 bis 1978 u.a. die Grundwasserlagerstätte Westfläming erkundet und fassungsbezogene Grundwasserressourcen ermittelt. Die entsprechend der Zielstellung zur **Hydro-Geophysics** zu rechnenden unterstützenden geophysikalischen

Messleistungen (Goelektrik, Seismik) dienen der Interpolation der Bohrergebnisse und in Verbindung mit der Bohrlochgeophysik der Bestimmung hydraulischer Eigenschaften der Grundwasserleiter. Das abgeleitete dreidimensionale hydrogeologische Strukturmodell des Westfläming (ca. 600 km²) bildete gemeinsam mit wasserhaushaltlichen Untersuchungen die Grundlage für die Erteilung von Nutzungsrechten für die Trinkwassergewinnung zwischen 1985 und 1993 sowohl nach altem als auch nach neuem Wasserrecht (Kaatz 1995).

Im Rahmen eines rezenten DGFZ-Projektes wurden die heutige und prognostische Wasserdargebotssituation quantifiziert, landesplanerische Vorgaben bewertet und Möglichkeiten für eine nachhaltige Umsetzung dieser Vorgaben und Ziele aufgezeigt. Abbildung 2

zeigt exemplarisch ein vorgeschlagenes Konzept, das eine nachhaltige Sicherung der Trinkwassergewinnung im Westfläming durch einen Komplex vernetzter Maßnahmen ermöglicht.

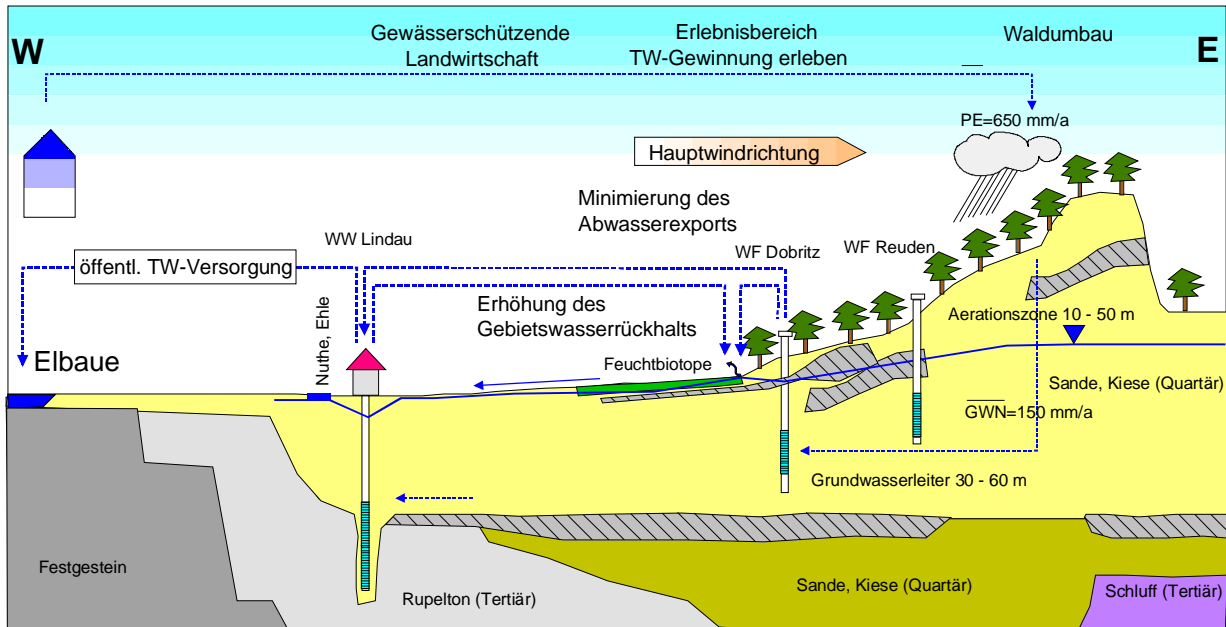


Abb. 2: Schematischer WE-Schnitt durch die Grundwasserlagerstätte Westfläming mit Ansätzen für eine nachhaltige TW-Gewinnung.

Die Sanierung der ehemaligen Urangrube Königstein in Sachsen erfolgt durch etappenweise kontrollierte Flutung (Abb. 3). Um die Flutung der Gruben Hohlräume und der entwässerten Sandsteinformationen steuern zu können, werden Modell- und Prognoserechnungen zur Wasserbilanz, Flutungsdynamik und Stoffausbreitung durchgeführt. Modellparameter wurden mittels Untersuchungen im Feld-, Technikums- und Labormaßstab bestimmt, in die

Verfahrenskomplexe der **Contaminant-Geophysics** integriert waren. So galt es unter anderem, wirksame Porositäten und die räumliche Verteilung der Wassersättigung im Sandstein bei verschiedenen Flutungsszenarien zu quantifizieren. Abb. 4 zeigt dazu die geophysikalisch detektierte Sättigungsverteilung während eines Flutungsversuchs an einem Grubenmodell (Nutzung einer kombinierten Radar-SIP-Messung).

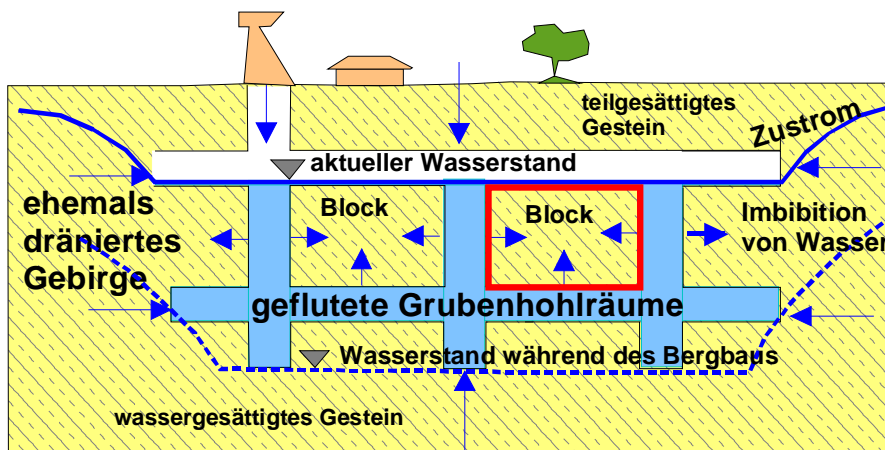


Abb. 3: Modellschema der Grube Königstein zur Ableitung des Modellkonzepts.

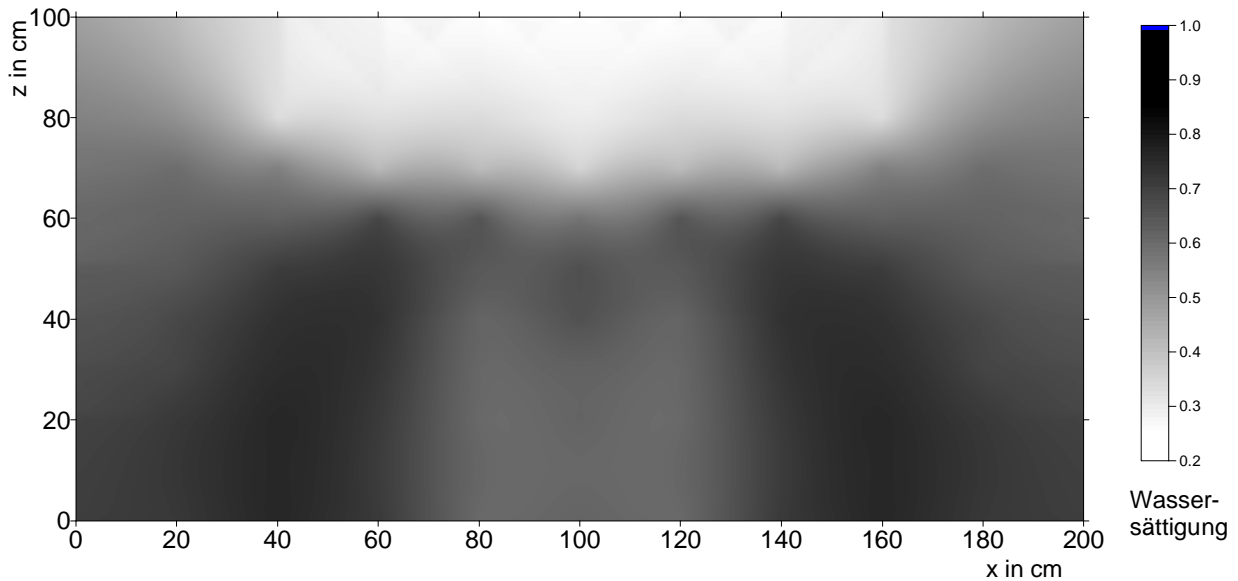


Abb. 4: Flutungsexperiment am Modellblock gemäß Abb. 3; Verteilung der Wassersättigung.

Im Rahmen eines BMBF-Forschungsvorhabens wurden Verfahren und Methoden für die Zustandsbewertung eines mit LNAPL (Light nonaqueous phase liquids) kontaminierten Untergrundes entwickelt (Gruhne 1999). Die Zielstellung bestand in der Eingrenzung von LNAPL-Kontaminationen und der Abschätzung von Residualsättigungen der

LNAPL-Phase. In Phase vorliegende LNAPL (z.B. Diesel, Xylol) verändern die petrophysikalischen und hydraulischen Eigenschaften des Untergrundes sehr komplex. Die Kombination hydraulischer und komplexer elektrischer Leitfähigkeitsmessungen ermöglicht dabei eine Reduzierung der Mehrdeutigkeit bei der Quantifizierung einer Kontamination (Abb. 5).

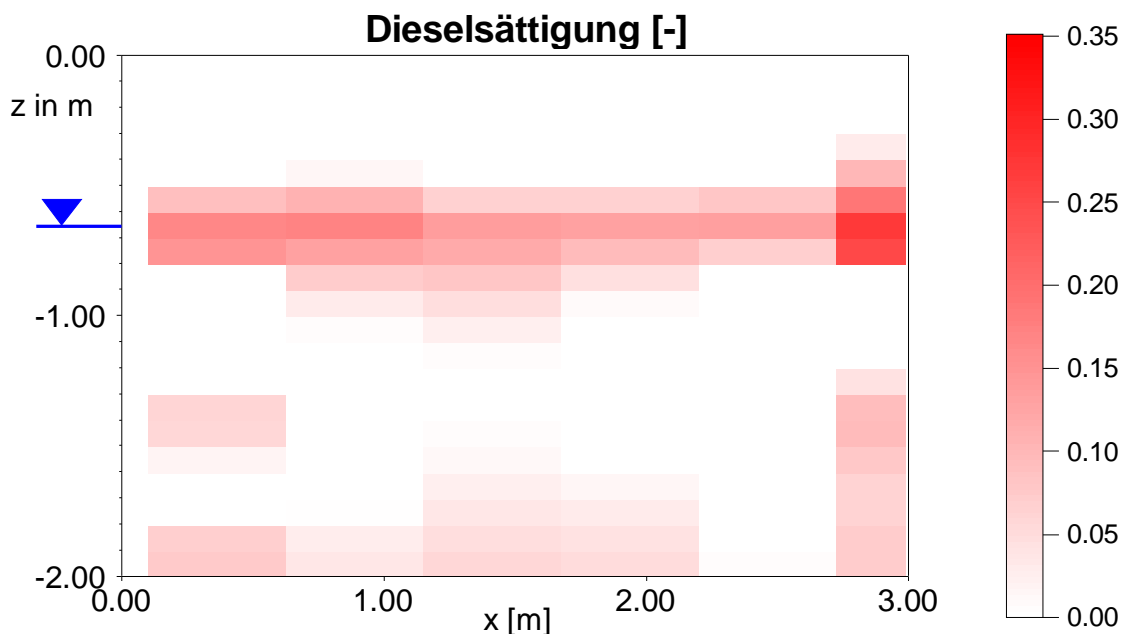


Abb. 5: Abschätzung der LNAPL-Sättigungsverteilung bei 0,7 m Flurabstand (Giese, 2001).

Literatur

Proceedings des DGFZ e.V., ISSN 1430-0176, Heft 21 „Dresdner Fachtagung zum Nachsorgenden Grundwasserschutz“, Dresden, 09.-10. April 2001, 297 Seiten.

Kirsch, R. (2000): Geophysikalische Oberflächenmethoden in Balke, K.-D. et al.: Lehrbuch der Hydrogeologie Band 4: Grundwassererschließung; Herausg. von G. Matthess. Gebrüder Bornträger Berlin-Stuttgart, S. 314-334.

Knödel, K. et al. (1997): Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten Band 3: Geophysik, Herausg. BGR. Springer Berlin Heidelberg.

Giese, R. (2001): Zur Hydraulik dreier nicht-mischbarer Fluide in porösen Medien., Proceedings des DGFZ e.V., ISSN 1430-0176, Heft 22, Dresden, 136 Seiten.

Gruhne, M. (1999): Überwachung von Untergrundkontaminationen mit Messungen der komplexen elektrischen Leitfähigkeit. Proceedings des DGFZ e.V., ISSN 1430-0176, Heft 16, Dresden, 157 Seiten.

Kaatz, K.-H. (1995): Ökologische und technische Aspekte bei der Planung, dem Bau und der Inbetriebnahme des Grundwasserwerkes Lindau/ Sachsen-Anhalt. Wasser Special 136, Nr. 14, pp. 111-123.