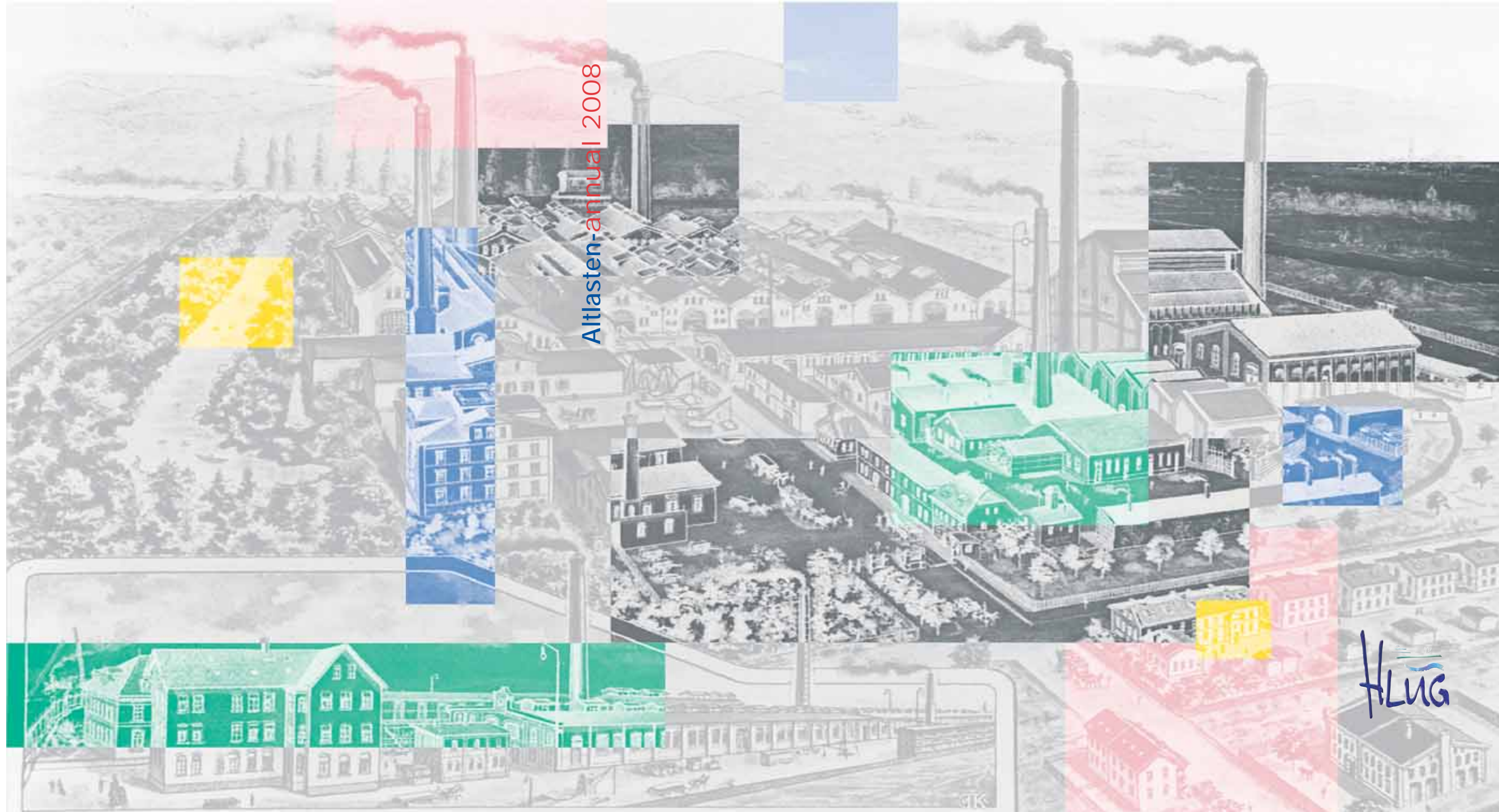




Altlasten- annual 2008



Altlasten- annual 2008

Wiesbaden 2009



Wiesbaden, Juli 2009

Liebe Leserin, lieber Leser,

nach einem kurzen Rückblick auf die Aktivitäten des vergangenen Jahres möchten wir Ihnen auch diesmal wieder einige ausgewählte Arbeitsgebiete der Altlastenbearbeitung etwas ausführlicher vorstellen.

Die Sanierung von Grundwasserverunreinigungen ist eine Aufgabe, die ständig neue Herausforderungen bereit hält. Im vergangenen Jahr lag einer der Schwerpunkte auf der Fragestellung, wie vorliegende Grundwasserschäden im Hinblick auf ihren Sanierungsbedarf beurteilt werden können. Die orientierende Untersuchung zur Klärung eines Altlastenverdachts ist ein weiteres Thema, das die Altlastenbehörden immer wieder beschäftigt. Grund genug, es in dieser Ausgabe noch einmal näher zu beleuchten. Neues zu berichten gibt es über die Anerkennung von Sachverständigen für Bodenschutz und Altlasten in Hessen: Im letzten Jahr konnten die ersten Kandidaten Ihre Bestellungsurkunden in Empfang nehmen. Und zum guten Schluss folgt ein Überblick über die bisherige Weiterentwicklung des vor zwei Jahren installierten Fachinformationssystems Altflächen und Grundwasserschadensfälle (FIS AG).

Diese und weitere aktuelle Themen zu Altlasten und Schadensfällen werden regelmäßig auch auf unseren alljährlich stattfindenden Seminaren aufgegriffen. Die Kurzfassungen der Vorträge der letztjährigen Veranstaltung können Sie hier im Heft nachlesen.

Ich bin überzeugt, dass auch diesmal wieder interessante Artikel für Sie dabei sind und bedanke mich herzlich bei allen, die zum Gelingen dieser Ausgabe des Altlasten-annual beigetragen haben.

Ihr



Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes
für Umwelt und Geologie

Altlasten- annual 2008

Stand der Altlastenbearbeitung
in Hessen 6

Brennpunkt:

Die Sanierung von Grundwasserver-
unreinigungen 9

Aktuell:

HOLGER STRÖMMER

Zur orientierenden Untersuchung bei
der Altlastenbearbeitung 11

HEIDE HERRMANN

Die Anerkennung von Sachverständi-
gen für Bodenschutz und Altlasten
nach §18 des Bundes-Bodenschutz-
gesetzes 21

MARGOT KRUG & ANDREA SCHÜTZ-LERMANN

Neuerungen im Fachinformationssy-
stem Altflächen und Grundwasser-
schadensfälle im Jahr 2008 23

Seminar

Altlasten und Schadensfälle

Hessisch Lichtenau, 3./4. Juni 2008

WOLFGANG BERNHARDT ET AL.

Arbeitshilfe zur Grundwassersanierung 27

KLAUS FRIEDRICH

Das Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz
(FISBO) – Werkzeuge und Anwendungen 41

CHRISTIANE SCHÄFER & HANS-JOACHIM FLECK

80 000 l Kraftstoff zum zweiten Mal gefördert
Grundwassersanierung rund um ehemaliges
US-Tanklager 47

JÜRGEN FEHL

Sanierung des Rüstungsalstandortes Hessisch
Lichtenau-Hirschhagen – Ein Überblick – 49

THILO SPRINGER-GREVE

ANAG – Chancen für den Anwender 53

HERMANN SCHAD

Durchströmte Reinigungswände – Kriterien zur
Auswahl des Wandtyps 57

MARKUS EBERT

Nationale und internationale Erfahrungen in
der Reaktionswandtechnologie 63

DIETER BINDER

Sicherung der Altlast ehemalige Teerfabrik
Lang, Offenbach, mittels eines neuartigen
Funnel & Gate-Systems 65

JUSTUS BRANS

Identifikation und Bewertung von schädlichen Bodenveränderungen auf einem Chemiegroßstandort – ein neues Bewertungsmodell 73

WALTER LENZ

Innovative Methoden zur Erkundung von Grundwasserunreinigungen: Erfahrungen mit dem Einsatz von Direct-Push-Sondierungen u. a. Techniken 79

HANSJÖRG WEIB

Überblick über marktverfügbare innovative Mess- und Probennahmetechniken (Grundwassermonitoring) 81

Infothek

- Altlasten im Internet 89
- Handbuchreihe Altlasten 91
- Sonstige Veröffentlichungen 105

Bestellschein 107

Die Autoren dieser Ausgabe 108

Impressum 110

Stand der Altlastenbearbeitung

MARGARETA JAEGER-WUNDERER

An dieser Stelle wollen wir Sie über wichtige Entwicklungen im Bereich Altlasten informieren sowie über die Arbeitsschwerpunkte 2008 des Dezernats Altlasten berichten.

Die **Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen** konnte 2008 in der Reihe „Handbuch Altlasten“ des HLUG gedruckt und der Öffentlichkeit übergeben werden. Im Mittelpunkt der Arbeitshilfe stehen die Fragen: „Liegt eine schädliche Grundwasserverunreinigung vor?“ und „Ist die Sanierung eines Grundwasserschadens erforderlich?“. Weitere Themen behandeln die Verhältnismäßigkeit von Sanierungen, Sanierungsziele, Optimierung/Beendigung von Sanierungen, Einleitung von Hilfsstoffen in das Grundwasser bei in-situ-Sanierungen und Einleitung von Grundwasser in Oberflächengewässer oder Kläranlagen. Die Arbeitshilfe wurde von einer Behördenarbeitsgruppe unter Federführung des HLUG entwickelt und anhand von 35 hessischen Grundwasserschadensfällen auf Plausibilität und Praktikabilität geprüft. In einer Reihe von Fachgesprächen wurde die Arbeitshilfe den Behörden und Ingenieurbüros vorgestellt (siehe Brennpunkt).

Ein wichtiger Baustein bei der Beurteilung einer Grundwasserverunreinigung ist die Abschätzung der Schadstofffracht. Dies ist die Schadstoffmenge, die aus verunreinigten Böden freigesetzt und mit dem Grundwasser transportiert wird; sie wird meist in der Einheit „Gramm pro Tag“ angegeben. Neben Grundwasser-Frachten ist die Schadstofffracht im Sickerwasser von großer Bedeutung, sie ist gemäß BBodSchV im Rahmen einer Sickerwasserprognose zu ermitteln. Das nun vorliegende Handbuch **Ermittlung von Schadstofffrachten im Grund- und Sickerwasser** stellt eine wichtige Ergänzung zur Arbeitshilfe Grundwassersanierung und dem schon länger veröffentlichten Handbuch Sickerwasserprognose dar. Im Handbuch werden auf Grundlage hessischer und länderübergreifender Arbeitshilfen u. a. folgende Themen behandelt: Schadstoffinventar einer Schadstoffquelle, Elutionsverfahren, Sickerwasserrate. Als Verfahren zur Ermittlung von Schadstofffrachten im Grundwasser werden das Stromröhrenmodell, der Immissionspumpversuch, die Transektenmethode und numerische Modelle vorgestellt (siehe Brennpunkt).

Im Jahre 2007 wurden an einer Ablagerung ökotoxikologische Untersuchungen durchgeführt, um die Auswirkungen der Deponie erkennen zu können. Das war der Auslöser, ein Institut mit der Erarbeitung eines Leitfadens zu beauftragen. Damit sollen Grundlagen über ökotoxikologische Testverfahren, deren Ergebnisse und deren Bewertung geschaffen werden. Die Studie mit dem Titel **„Experimentelle ökotoxikologische Bewertung von Altlasten – ein Beitrag zur Risikoanalyse“** liegt seit Ende des Jahres 2008 vor.

Im Bereich der Analytik engagiert sich das HLUG weiter in den DIN-Arbeitskreisen für die Untersuchung ausgewählter **zinnorganischer Verbindungen und dem der Bestimmung von sprengstofftypischen Verbindungen (STV) in Böden**. Die Arbeit im DIN (Deutsches Institut für Normung) fließt gleichzeitig in die ISO (International Standard Organisation) ein. So wurde auf dem 23. Meeting der ISO/TC 190 „Soil Quality“, das im November in Delft stattfand, das Manuskript für die Bestimmung zinnorganischer Verbindungen endlich als FDIS (final draft international standard) angenommen. Die Arbeit an der Bestimmung der STV geht weiter: es ist vorgesehen, einen Teil 1 für die Bestimmung von STV mit HPLC (Hochleistungsflüssigkeitschromatographie) und einen zweiten Teil für die Bestimmung mit GC (Gaschromatographie) zu erarbeiten. In letzteren wird zu großen Teilen die vom HLUG in 2004 erarbeitete Analyseverfahren einfließen (siehe www.hlug.de → Altlasten → Altlastenanalytik → Handbuch Altlasten Band 7, Teil 5).

In Hessen werden **Sachverständige nach § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz** auf der Grundlage von § 6 des Hessischen Altlasten- und Bodenschutzgesetzes sowie der Verordnung zur Anerkennung von Sachverständigen im Bereich des Bodenschutzes vom 27.09.2006 auf Antrag zugelassen, wenn sie die erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit nachweisen.

Anerkannt werden Sachverständige durch die örtlich zuständige Industrie- und Handelskammer (IHK) oder durch die Ingenieurkammer des Landes

Hessen sowie durch die Veröffentlichung im Staatsanzeiger für das Land Hessen. Die besondere Sachkunde wird dabei von einem Fachgremium geprüft, in dem auch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie vertreten ist. Die Anerkennung kann für eines oder mehrere Sachgebiete ausgesprochen werden. Anträge auf Zulassung als Sachverständige oder Sachverständiger werden bei der örtlich zuständigen IHK oder der Ingenieurkammer des Landes Hessen gestellt.

Im Jahr 2008 haben die ersten Sachverständigen ihre Anerkennung nach den neuen gesetzlichen Regelungen erhalten. Die Zulassungen sind im Staatsanzeiger, auf der Homepage des HLUG und in ReSyMeSa, dem bundesweiten Recherchesystem Messstellen und Sachverständige, veröffentlicht (siehe Beitrag in der Rubrik Aktuell).

Das HLUG hat im Jahr 2007 das **Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle (FIS AG)** eingeführt. FIS AG vereint das Altflächen-Informationssystem Hessen – ALTIS –, die Analysendatei Altlasten und Grundwasserschadensfälle – ANAG – und ein geografisches Informationssystem – GIS FIS AG unter einem Dach und bildet damit die Grundlage für die Altflächendatei des Landes Hessen.

Aktuell greifen neben dem HLUG und dem HMULV die Regierungspräsidien online auf das Fachinformationssystem zu. Auch zwanzig der unteren Wasser- und Bodenschutzbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte können bereits das System nutzen. Auch im Jahr 2008 hat das HLUG deshalb die Schulungen der Anwender und Anwenderinnen fortgeführt.

Das Jahr 2008 war vor allem der Konsolidierung des Systems gewidmet. So konnten im Rahmen eines größeren und zweier kleinerer Updates eine Reihe von Fehlern bereinigt und Verbesserungen im Hinblick auf Datenqualität und Anwenderfreundlichkeit erreicht werden. Einen zentralen Raum nehmen dabei Pflege und Verbesserung der Altdaten in Anspruch (siehe Beitrag in der Rubrik Aktuell).

Zu guter Letzt möchte ich mich bei allen Kolleginnen und Kollegen innerhalb und außerhalb des HLUG herzlich bedanken, die durch ihr Engagement in Arbeitskreisen und Projektgruppen die fachliche Diskussion vorangebracht haben.

Brennpunkt:

Die Sanierung von Grundwasser- serverunreinigungen

DEZERNAT ALTLASTEN

Viele Fälle, die nach Altlasten- und Bodenschutzrecht bearbeitet werden, weisen eine Verunreinigung des Grundwassers auf. Ist eine Grundwasserunreinigung eingetreten, so muss die Behörde prüfen, ob diese Verunreinigung saniert werden muss.

Während die rechtlichen Vorgaben in der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserunreinigungen (GWS-VwV) enthalten sind, gibt es zu den technischen und fachlichen Aspekten noch Wissenslücken und offene Fragen.

Zwei Neuerscheinungen in der Handbuchreihe des HLUG schließen jetzt verschiedene Lücken und liefern Hilfestellungen für die fachliche Beurteilung der Fälle.

Handbuch Altlasten Band 3 Teil 7: Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserunreinigungen

Der Schwerpunkt der hessischen Arbeitshilfe liegt bei den beiden Fragestellungen „Liegt eine

schädliche Grundwasserunreinigung vor?“ und „Ist die Sanierung einer schädlichen Grundwasserunreinigung erforderlich (verhältnismäßig)?“. Dargestellt wird ein praktikabler Weg, wie anhand objektiver Kriterien eine Einstufung von Grundwasserunreinigungen möglich ist. Die Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“ sind hierbei von besonderer Bedeutung. Mit einer Bewertungsmatrix wird die Behörde in ihrem Entscheidungsprozess unterstützt.

Dieses Handbuch wurde auf dem Altlastenseminar 2008 in Hessisch Lichtenau von Mitgliedern der Arbeitsgruppe, welche die Arbeitshilfe erstellt hat, ausführlich vorgestellt. Der Inhalt des Vortrags ist ab Seite 27 nachzulesen.

Handbuch Altlasten Band 3 Teil 6: Ermittlung von Schadstofffrachten im Grund- und Sickerwasser

Die Ermittlung und Bewertung von Schadstofffrachten im Sickerwasser und Grundwasser gewinnt bei der Altlastenbearbeitung stark an Bedeutung. Der hohe Stellenwert von Frachtab-schätzungen im Grundwasser wird in der oben genannten „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserunreinigungen“ deutlich. Das hier beschriebene Handbuch gibt einen Überblick über Methoden zur Frachtermittlung im Grundwasser (Stromröhrenmodell, Immissionspumpversuch, Transsektionmethode).

Weiterhin wird die Ermittlung von Schadstofffrachten im Sickerwasser beschrieben, die im Rahmen der Sickerwasserprognose nach BBodSchV erfolgen soll. Aktuelle Erkenntnisse zu Elutionsverfahren und zur Bestimmung der Sickerwasserrate sind in das Handbuch eingeflossen.

Eine kurze Beschreibung der Inhalte beider Handbücher sowie die Bezugsadresse finden Sie in der Infothek ab Seite 89.

aktuell:

Zur orientierenden Untersuchung bei der Altlastenbearbeitung

HOLGER STRÖMMER

Der orientierenden Untersuchung kommt erhebliche Bedeutung bei der Altlastenbearbeitung zu. Der Beitrag gibt Hinweise zu ihrer Durchführung und der Bewertung ihrer Ergebnisse.

1 Einführung

Die von einem Standort ausgehenden Gefahren oder Risiken werden in einem mehrstufigen Prozess erkundet, bewertet und erforderlichenfalls beseitigt. Am Ende jeder Bearbeitungsstufe ist zu entscheiden, ob der Fall in die nächste Stufe übernommen wird, oder ob er – insbesondere weil der Verdacht ausgeräumt ist – abgeschlossen werden kann. Mit jeder Bearbeitungsstufe nehmen das Informationsniveau und damit die Sicherheit in der fachlichen Beurteilung eines Falles zu. Das bedeutet aber, dass der technische, zeitliche und finanzielle Aufwand je Fall erheblich ansteigt; umgekehrt wird von Stufe zu Stufe die absolute Zahl der Fälle kleiner.

Abb. 1 zeigt, dass die Stufen 1 und 2 üblicherweise im Rahmen behördlicher Amtsermittlung durchgeführt werden; für die anschließenden Stufen kann (bzw. soll) ein etwa vorhandener Störer in Anspruch genommen werden. Natürlich ist das Schema nicht zwingend und in jedem Fall 1:1 anzuwenden. Übergänge zwischen Bearbeitungsstufen können fließend sein. Bearbeitungsstufen können weniger umfassend sein, beispielsweise weil entsprechende Informationen bereits vorliegen.

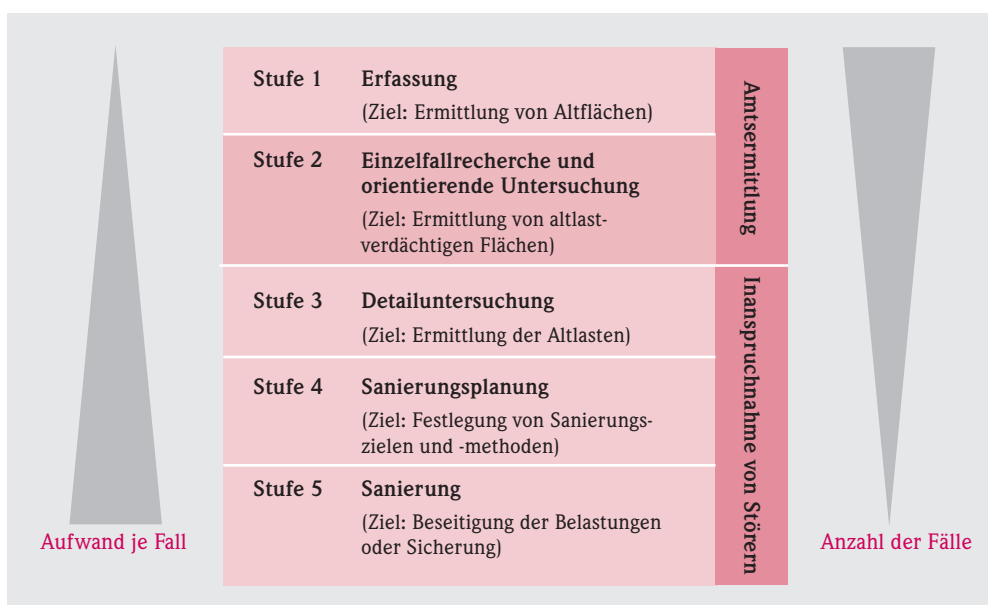


Abb. 1: Stufen der Altlastenbearbeitung in Hessen (mit Hervorhebung der orientierenden Untersuchung).

2 Einordnung und Struktur der orientierenden Untersuchung

Sind Anhaltspunkte hierfür gegeben, so soll die Behörde nach § 9 Abs. 1 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) [1] diejenigen Ermittlungen durchführen, die erforderlich sind, um festzustellen, ob der **Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt ist, oder ob ein hinreichender Verdacht im Sinne von § 9 Abs. 2 BBodSchG besteht**. Dies geschieht mit der orientierenden Untersuchung gemäß § 2 Ziff. 3 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) [2]. Somit geht es also um die Prüfung und Beurteilung, ob der durch eine Einzelfallrecherche (beprobungslos) begründete Anfangsverdacht widerlegt oder erhärtet wird. Es handelt sich um eine Soll-Vorschrift, es besteht dann also im Regelfall eine Verpflichtung zur Durchführung der orientierenden Untersuchung.

Der Untersuchungsumfang beschränkt sich auf die Verifizierung bzw. Ausräumung des Anfangsverdachts, d. h. die orientierende Untersuchung ist durch ihr Ziel, nicht aber durch ihren Umfang charakterisiert. Mit anderen Worten: Die orientierende

Untersuchung dient vorrangig der Prüfung, ob die Voraussetzungen für die Inanspruchnahme des Störers für eine Untersuchungsanordnung nach § 9 Abs. 2 BBodSchG erfüllt sind. Dabei werden die Wirkungspfade mit möglicher Exposition betrachtet. Es geht nicht darum, den Schaden exakt zu ermitteln oder bereits Sanierungsmaßnahmen festzulegen; denn all das bleibt den weiteren Stufen der Altlastenbearbeitung vorbehalten.

Es gibt **kein Standard-Untersuchungsprogramm**, sondern lediglich typische Vorgehensweisen, die im Einzelfall zu überprüfen und anzupassen sind. Systematisch lässt sich die orientierende Untersuchung in **vier Schritte** einteilen:

1. Ermittlung der für die Untersuchung relevanten Wirkungspfade (Boden – Mensch, Boden – Nutzpflanze und/oder Boden – Grundwasser)
2. Planung und Durchführung der Untersuchungen
3. Bewertung der Ergebnisse (u.a. Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV)
4. Entscheidung, ob ein hinreichender Verdacht im Sinne § 9 Abs. 2 BBodSchG vorliegt.

3 Durchführung der orientierenden Untersuchung

Hinsichtlich Umfang und Konkretisierung der orientierenden Untersuchung kommt den Erkenntnissen aus der Einzelfallrecherche wichtige Bedeutung zu. Je weniger Informationen aus der beprobungslosen Einzelfallrecherche vorliegen, desto aufwendiger ist in der Regel der analytische Untersuchungsaufwand bei der orientierenden Untersuchung. Eine umfassende Einzelfallrecherche verbessert vor allem bei Altstandorten (= Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstiger Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist; § 2 Abs. 5 Ziff. 2 BBodSchG) Qualität und Wirtschaftlichkeit der orientierenden Untersuchung, da dann vermeintliche Belastungsschwerpunkte gezielt beprobt werden können.

Im Gegensatz dazu sind bei Altablagerungen (= stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind; § 2 Abs. 5 Ziff. 1 BBodSchG) die Schadstoffe oftmals diffus verteilt, so dass eine gezielte Beprobung nicht möglich ist.

Meistens ist es notwendig, die relevanten Flächen zu betreten, um dort Untersuchungen durchzuführen und Proben zu entnehmen. Da zu diesem Zeitpunkt nur ein Anfangsverdacht vorhanden ist, sind Grundstückseigentümer und sonstige Nutzungsberechtigte zwar nicht verpflichtet, selbst Maßnahmen durchzuführen, sie müssen die erforderlichen behördlichen Maßnahmen aber ermögli-

chen. Lehnen Eigentümer oder Nutzungsberechtigte dies ab, so kann die Behörde eine auf § 9 Abs. 1 BBodSchG gestützte und mit der Androhung von Zwangsmitteln versehene förmliche Duldungsanordnung erlassen [3]. Die Duldung kann erforderlichenfalls durch die Anwendung zuvor angedrohter Zwangsmittel durchgesetzt werden.

Orientierende Untersuchungen umfassen in Abhängigkeit vom relevanten Schadstoffspektrum und den mutmaßlich betroffenen Wirkungspfaden

- Bodenuntersuchungen,
- Untersuchungen des Grundwassers mittels Messpegeln, Brunnen oder im Rahmen einer Sickerwasserprognose und

- Bodenluftuntersuchungen mittels temporärer oder stationärer Bodenluftmessstellen. Ggf. kommen hierbei auch Methoden der Vor-Ort-Analytik zum Einsatz.

Eine der Grundvoraussetzungen für die verlässliche Beurteilung ist der Einsatz geeigneter Probenahmetechniken und Analysemethoden. Anhang 1 der BBodSchV legt daher entsprechende Anforderungen verbindlich fest. Andere Verfahren können nur in eng umrissenen Teilbereichen eingesetzt werden und dies auch nur dann, wenn sie mit den in der BBodSchV genannten Verfahren vergleichbar bzw. gleichwertig sind.

3.1 Bodenuntersuchungen

Bodenuntersuchungen sind die „klassische Methode“ zur Feststellung von Kontaminationen. Allerdings erlauben sie nur sehr kleinräumige Aussagen über das Vorhandensein von Bodenbelastungen. Daher ist anzustreben, im Zuge der orientierenden Untersuchung die mutmaßlichen Schwerpunkte der Belastung zu überprüfen. Sind an diesen Punkten nämlich Belastungen nachgewiesen, so ist der hinreichende Verdacht i. S. von § 9 Abs. 2 BBodSchG gegeben. Für weitere Maßnahmen – also insbesondere zur räumlichen Erkundung des Schadens – kann dann unmittelbar ein Störer in Anspruch genommen werden.

Schwieriger ist die Situation, wenn die (potenziellen) Schadstoffherde unbekannt sind. In solchen Fällen wird üblicherweise ein Raster über die Fläche gelegt. Hinweise hierzu gibt das Handbuch Altlasten [4].

Neben der Festlegung der Probenahmestellen ist wirkungspfadbezogen auch über Probenahmetiefen zu entscheiden.

Wirkungspfad	Nutzung	Beprobungstiefe
Boden – Mensch	Kinderspielfläche, Wohngebiet	0–10 cm, 10–35 cm
	Park- und Freizeitanlage	0–10 cm
	Industrie- und Gewerbegrundstücke	0–10 cm
Boden – Nutzpflanze	Ackerbau, Nutzgarten	0–30 cm, 30–60 cm
	Grünland	0–10 cm, 10–30 cm

Abb. 2: Nutzungsorientierte Beprobungstiefe bei Untersuchungen zu den Wirkungspfaden Boden – Mensch und Boden – Nutzpflanze nach Anhang 1, Nr. 2.1 BBodSchV (vereinfacht).

Abgesehen von der Problematik heterogener Schadstoffverteilungen (die vor allem Altablagerungen betrifft) werden bei der Untersuchung von Bodenproben der Probenahme die größten Unsicherheiten und Fehler zugeschrieben. Während Messunsicherheiten in der Analytik durch Mehrfachmessungen, zertifizierte Standards und Ringversuche minimiert und abgeschätzt werden können, fehlen vergleichbare Instrumente für die Probenahme. Hinzu kommt, dass Bodenproben Unikate sind, so dass die auf ihrer Grundlage ermittelten Analysenergebnisse an sich nicht überprüfbar sind. Selbst bei optimaler Planung und Durchführung sind Bodenuntersuchungen verfahrensbedingt mit erheblichen Unsicherheiten behaftet [5].

Bodenuntersuchungen können zu Fehleinschätzungen führen. Das gilt insbesondere in Grenz-

bereichen, also beispielsweise wenn entscheidungsrelevante Werte nur geringfügig über- oder unterschritten sind. Daher dürfen zumindest grundlegende Entscheidungen nicht auf Ergebnisse einzelner Bodenproben gestützt werden. Im Zweifel bzw. in Grenzfällen sind zur Absicherung Nachbeprobungen zu empfehlen.

3.2 Wasseruntersuchungen (Sicker- und Grundwasser)

Bei der Altlastenbearbeitung besitzen Beeinträchtigungen des Grundwassers hohe Praxisrelevanz. Das zeigt beispielsweise eine Studie des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen [6], wonach bei rund zwei Dritteln der dort insgesamt betrachteten 2 379 Altlastenfälle auch Grundwasserbeeinträchtigungen vorlagen.

Allerdings ist zu beachten, dass das BBodSchG nur auf den Boden (einschließlich Bodenluft und Bodenlösung) anwendbar ist, nicht aber auf das Grundwasser (§ 2 Abs. 1 BBodSchG). Die bodenschutzrechtliche Beurteilung stellt auf den Ort der Beurteilung, also auf den Übergang von der ungesättigten zur gesättigten Bodenzone ab; ggf. ist daher eine Sickerwasserprognose im Sinne von § 4 Absatz 3 BBodSchV durchzuführen. In Anbetracht von Ausgangslage (Einstieg in die Untersuchung, vergleichsweise geringer Kenntnisstand, beschränkte Finanzmittel) und Ziel der orientierenden Untersuchung (Abklärung des hinreichenden Gefahrenverdachts) wird zu diesem Zeitpunkt aber üblicherweise nur eine verbal-argumentative Abschätzung des Schadstoffeintrages in das Sickerwasser erfolgen [7]. Aufwendigere Sickerwasserprognosen, die ggf. auch Sickerwassermodelle einbeziehen, bleiben in der Regel der Detailuntersuchung vorbehalten. Zur Beurteilung des Sickerwasserpfades werden die Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser herangezogen.

Liegt eine **Schadensquelle im Grundwasser**, so richtet sich die Untersuchung und Bewertung

unmittelbar nach Wasserrecht. In Hessen finden § 48 Hessisches Wassergesetz (HWG) [8] und die zugehörige Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserunreinigungen (GWS-VwV) [9] Anwendung; die fachliche Beurteilung, ob eine Grundwasserbelastung vorliegt, richtet sich nach den in der GWS-VwV eingeführten Geringfügigkeitsschwellenwerten.

Zwar hängen Lage, Art und Anzahl der Grundwasser-Messstellen vom Einzelfall ab, nach Möglichkeit soll der Abstrom jedoch durch mindestens eine Messstelle erfasst werden. Auch die Erfassung des Anstroms durch eine geeignete Messstelle ist wichtig, da nur so festgestellt werden kann, ob und ggf. in welchem Umfang der Fläche bereits eine Belastung zuströmt.

3.3 Bodenluftuntersuchungen

Bodenluftuntersuchungen haben sich in der Vergangenheit vor allem bei Belastungen mit leichtflüchtigen Stoffen sowie geeigneten Untergrundverhältnissen als kostengünstiges Relativmessverfahren bei der Erkundung von Altlasten und Schadensfällen bewährt. Sie erlauben eine vergleichsweise einfache und kostengünstige Abgrenzung von Bereichen hoher und niedriger Belastung.

Hinsichtlich Festlegung von Probenahmestellen gilt die für Bodenproben skizzierte Vorgehensweise entsprechend. Bodenluftproben erfassen jedoch (u. a. in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Bodens) einen erheblich größeren Bereich als Bodenproben. Während Bodenproben nur eine punktuelle Aussage über den direkten Bereich der Sondierung zulassen, weisen Bodenluftuntersuchungen meist einen Einzugsbereich von mehreren Metern auf. Literaturangaben nennen als Wirkungsradius von Bodenluftsanierungen bei gut durchlässigen, sandig-kiesigen Böden ca. 50 m; selbst bei nahezu undurchlässigen, tonigen Böden ist noch von ca. 2,5 m auszugehen [10]. Wenn auch eine

kontinuierliche Bodenluftsanierung fachlich nicht einer Bodenluftprobeentnahme gleichzusetzen ist, so zeigen die genannten Reichweiten doch, dass bei Bodenluftuntersuchungen Wirkradien zu erwarten sind, die deutlich über den unmittelbaren Bereich der Probenahme hinausgehen.

Allerdings ist die fachliche Aussagekraft der bei Bodenluftuntersuchungen erzielten Absolutwerte mit erheblichen Unsicherheiten und Risiken behaftet. Das ist einerseits verfahrensbedingt, es liegt aber auch daran, dass es derzeit keine einheitlichen, allgemein verbindlichen Methoden gibt.

3.4 Vor-Ort-Analytik

Gemäß Fachbeirat Bodenuntersuchungen (FBU) [11] wird unter Vor-Ort-Analytik im Kontext der BBodSchV die Gesamtheit aller Verfahren verstanden, welche mobil und daher am Ort der Analysen einsetzbar sind. Der FBU unterscheidet zwischen dem Einsatz von Labormethoden im Feld (etwa in einem Messwagen mit laborähnlichen Bedingungen) und der Vor-Ort-Analytik im engeren Sinne. Die erstgenannten Verfahren erfüllen qualitative Anforderungen, die mit „klassischen Laborverfahren“ konkurrieren können; ihr Einsatz ist jedoch meist sehr teuer und ist dementsprechend für die Praxis der orientierenden Untersuchung nicht relevant.

Demgegenüber liegt bei der Vor-Ort-Analytik im engeren Sinne die Priorität auf der einfachen Handhabbarkeit. Man wird daher an sie in der Regel nicht die gleichen qualitativen Anforderungen wie an die Laboranalytik stellen können. Vorteile wegen ihrer Schnelligkeit bringt die Methodik allerdings bei vergleichenden Untersuchungen gleichartiger Proben, da hier nur relative Aussagen verlangt werden.

Wird bei der Erkundung einer Fläche ausschließlich klassische Laboranalytik eingesetzt, so müssen Entscheidungen im Feld oftmals nach einem pauschalen Raster, nach optischen Auffälligkeiten oder möglicherweise sogar zufällig getroffen werden. Das

kann zu zeitlichen Verzögerungen und erheblichen Zusatzkosten führen, da erste Laborergebnisse selten eine abschließende Bewertung ermöglichen; es kommt dann durch die Notwendigkeit einer weiteren Messkampagne zu erheblichen zeitlichen Verzögerungen und Mehrkosten.

Hier kann die Kombination von Laboranalytik und Vor-Ort-Methoden (im engeren Sinne) entscheidende Vorteile bieten. Oft stellt es eine sinnvolle Verknüpfung dar, wenn Vor-Ort-Methoden der Festlegung des Messrasters oder der Probenahmestellen für Laboruntersuchungen dienen. Auch die BBodSchV sieht in Anhang 1 die Vor-Ort-Analytik als geeignetes Mittel zur Festlegung von Probenahmestellen zur Ermittlung der räumlichen Schadstoffverteilung an.

Da die BBodSchV die Vor-Ort-Analytik jedoch nicht näher spezifiziert und insbesondere auch nicht im Einzelnen auf bestimmte Verfahren verweist, bleibt sie hinsichtlich der einzusetzenden Verfahren offen. Zudem wird ein über den Einsatzbereich „Erkundung“ hinausgehender Einsatz der Vor-Ort-Analytik nicht ausgeschlossen. Für diese Fälle ist die Gleichwertigkeit sowie die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den in der BBodSchV zitierten Verfahren nachzuweisen und zu dokumentieren [11]. Damit ist es also unter Umständen auch möglich, die Inanspruchnahme eines Störers auf Erkenntnisse aus der Vor-Ort-Analytik zu stützen.

Der Einsatz von Vor-Ort-Methoden (im engeren Sinne) ist bei der orientierenden Untersuchung vor allem in folgenden Fällen interessant:

- Es geht um die Erkundung großflächiger Kontaminationen
- Im Zuge der Einzelfallrecherche konnten nur relativ wenige Informationen über die Schadstoffverteilung gewonnen werden; es sind insbesondere noch keine potentiellen Schadstoffherde lokalisiert
- Es handelt sich um Untersuchungen, deren Ergebnisse schnell vorliegen sollen

4 Bewertung der Ergebnisse der orientierenden Untersuchung

Die Ergebnisse der orientierenden Untersuchung sind nach § 4 Abs. 1 BBodSchV Maßstab für die Beurteilung, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt. Dabei ist die Bewertung „insbesondere auch anhand von Prüfwerten“ vorzunehmen. Nachfolgend Hinweise zu dieser Bewertung:

- **Bodenschutzrechtliche Prüfwerte** (und natürlich auch Werte sonstiger Parameterlisten; siehe unten) dürfen nicht schematisch, sondern nur bezogen auf den **Einzelfall** angewendet werden. Zu den Kriterien der Einzelfallprüfung gehören u. a. Bodenart und Bodentyp, sowie die davon abhängige Mobilität der Schadstoffe. Die Einzelfallprüfung kann selbst dann, wenn Prüfwerte der BBodSchV überschritten sind, ergeben, dass kein weiterer Handlungs- und Untersuchungsbedarf besteht.
- **Prüfwerte** sind mit Ausnahme derjenigen für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser **nutzungsbezogen abgeleitet** worden, so dass eine Änderung der Nutzung des Standortes auch eine andere Bewertung zur Folge haben kann. Ist also eine Nutzungsänderung geplant oder absehbar, sollten – in Abhängigkeit vom Einzelfall zusätzlich oder sogar stattdessen – die künftigen Anforderungen Berücksichtigung finden.
- **Liegen Gehalt und Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des Prüfwertes** der BBodSchV, ist nach § 4 Abs. 2 Satz 1 BBodSchV der Verdacht insoweit (also bzgl. dieses Schadstoffes) ausgeräumt. Das schließt aber nicht aus, dass die Fläche noch hinsichtlich anderer Belastungen Untersuchungs- und Sanierungsrelevanz haben kann.

Auf Grund der Formulierung von § 4 Abs. 2 Satz 1 BBodSchV spricht zudem einiges dafür, dass die Unterschreitung des anzuwendenden Wertes nicht immer „Entwarnung“ bedeutet. Denn das würde voraussetzen, dass bereits bei der Ableitung von Prüfwerten die Exposition so bemessen würde, dass

auch im ungünstigsten Fall immer auf das Vorliegen einer Gefahr für das jeweilige Schutzgut zu schließen wäre. Berücksichtigt man außerdem, dass § 4 Abs. 1 BBodSchV mit der Formulierung „insbesondere auch anhand von Prüfwerten“ die Relevanz der Prüfwerte selbst relativiert, so spricht einiges dafür, dass auch bei Unterschreiten von Prüfwerten im (ganz besonders gelagerten) Einzelfall eine Erkundungspflicht der Behörde bestehen kann. Der Grundsatz „Prüfwertunterschreitung = Ausräumung des Verdachtes“ bleibt aber unberührt; die Möglichkeit, Prüfwertunterschreitungen zu relativieren, kann nur ganz ausnahmsweise in Betracht kommen [12].

- Wenn **innerhalb einer Fläche gleichzeitig Prüfwertunter- und Prüfwertüberschreitungen** vorliegen, ist eine Bewertung im Einzelfall vorzunehmen. Es ist dann zu prüfen, welche Messwerte der Beurteilung zu Grunde gelegt werden. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang vor allem, dass die Entscheidung von der Behörde nachvollziehbar begründet wird; dies gilt insbesondere für Abwägungsprozesse.
- Für den Fall, dass die **BBodSchV keinen Prüfwert für einen Schadstoff** enthält, nennt Anhang 2 der BBodSchV Methoden und Maßstäbe für deren Ableitung (§ 4 Abs. 5 BBodSchV). Zudem können neben den Prüfwerten der BBodSchV auch sonstige Parameterlisten berücksichtigt werden, wenn dem keine gesetzlichen Regelungen entgegenstehen [13]:
 - Die **Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)** hat diverse Werte, Listen und Zusammenstellungen veröffentlicht, die ergänzend zu den Prüfwerten der BBodSchV herangezogen werden können. Vor allem ist die Veröffentlichung „Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug“ zu erwähnen, die stoffbezogene Berechnungen für 64 insbesondere altlastrelevante Stoffe/ Stoffgruppen für den Pfad Boden – Mensch

sowie Hinweise auf deren Bestimmung in Bodenmaterialien enthält [14].

- Zur **Bewertung von Bodenluftuntersuchungen** wird in Hessen oftmals noch auf die „Verwaltungsvorschrift zu § 77 des Hessischen Wassergesetzes für die Sanierung von Grundwasser- und Bodenverunreinigungen im Hinblick auf den Gewässerschutz (Gw-VwV)“ vom 19. Mai 1994 [15] zurückgegriffen. Denn diese enthält für Bodenluft sowohl einen Prüfwert (in der Gw-VwV definiert als Wert, bei dessen Unterschreitung der Gefahrenverdacht i. d. R. ausgeräumt ist; bei seiner Überschreitung ist eine weitere Sachverhaltsermittlung geboten) als auch einen Sanierungsschwellenwert (dort definiert als Wert, dessen Überschreitung i. d. R. Sanierungsmaßnahmen auslöst).

Für BTEX-Aromaten beträgt der Prüfwert der Gw-VwV 5 mg/m³ und der zugehörige Sanierungsschwellenwert 25 mg/m³. Für halogenierte Kohlenwasserstoffe (dort definiert als Summe aus Trichlorethen, Tetrachlorethen, 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlormethan, Trichlormethan, cis-1,2-Dichlorethen, Vinylchlorid, Dichlormethan) sind die gleichen Werte vorgesehen.

Zwar sind wesentliche Teile der Gw-VwV durch BBodSchG, BBodSchV sowie die GWS-VwV [9] verdrängt worden, die neueren Regelungen enthalten jedoch allesamt keine Bodenluftwerte. Die in der Gw-VwV genannten Bodenluftwerte werden noch immer als fachlich fundiert angesehen und darauf gestützte Bewertungen meistens auch durch die Gerichte anerkannt.

Allerdings ist Zurückhaltung hinsichtlich der Bewertung absoluter Bodenluftkonzentrationen geboten. Denn vergleichende Untersuchungen von Bodenluftuntersuchungen mit verschiedenen Probenahmetechniken haben gezeigt, dass zwischen minimalen und maxi-

malen Messwerten Dimensionen liegen können. Beispielsweise lag bei einer aktuellen Studie [16] der Mittelwert der minimalen Ergebnisse an einem Messpunkt bei 570 µg/m³, der Mittelwert der dort gemessenen maximalen Ergebnisse bei 930 000 µg/m³.

In jedem Fall ist die Heranziehung sonstiger Werte und Veröffentlichungen sorgfältig und im Einzelfall zu prüfen. Ob die Werte angewendet werden können, hängt u. a. davon ab, für welchen Zweck sie abgeleitet worden sind. Eine ungeprüfte Übernahme von Methoden und Werten aus anderen Umweltbereichen, wie Wasser-, Abfall-, Berg- oder Immissionsschutzrecht, kommt nicht in Betracht.

- Bei der **Bewertung von Sicker- und Grundwasser** bestehen Besonderheiten auf Grund der Überschneidung von Wasser- und Bodenschutzrecht. Das Grundwasser ist insbesondere kein Bestandteil des Bodens (§ 2 Abs. 1 BBodSchG).

Die LABO sowie die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) haben sich daher in zwei gemeinsamen Arbeitspapieren mit der Abgrenzung beider Rechtsgebiete befasst [17]. Bei der Beurteilung einer Grundwasserbelastung kommt es danach wesentlich darauf an, ob ihr Ursprung im ungesättigten oder im gesättigten Bereich liegt:

- Die materiellen Anforderungen an die **Untersuchung und Bewertung von Gefahren, die von Bodenverunreinigungen/Altlasten in der wasserungesättigten Zone** für das Grundwasser ausgehen, bestimmen sich nach BBodSchG und BBodSchV [17]. Wie erwähnt, ist in solchen Fällen oftmals eine Sickerwasserprognose sinnvoll; Beurteilungsmaßstab für den Sickerwasserpfad sind die Prüfwerte der BBodSchV.
- **Liegen Schadstoffe im gesättigten Bereich**, so richtet sich die Bewertung der Gefahr für das Grundwasser unmittelbar nach wasserrechtlichen Vorschriften (Anhang 2, Nr. 3.2e zur BBodSchV), also nicht nach den Prüfwerten der BBodSchV [17]. Wesentliches fachli-

ches Beurteilungskriterium sind die Geringfügigkeitsschwellenwerte, in Hessen also die bereits genannte GWS-VwV [9]. Das gilt übrigens auch, wenn eine Gewässerverunreinigung (noch) keinem verursachenden Grundstück zugeordnet werden kann.

Somit können in Abhängigkeit von der jeweiligen Fallkonstellation bei der Beurteilung einer Grundwasserbelastung sowohl die bodenschutzrechtlichen Prüfwerte (wegen der Beurteilung des Sickerwassers) als auch die Geringfügigkeitsschwellenwerte der GWS-VwV Relevanz besitzen. Ergänzende Hinweise zur Beurteilung und Bewertung von Grundwasserverunreinigungen gibt eine neue Arbeitshilfe des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie [18].

- Der Vollständigkeit halber ist noch zu erwähnen, dass sich der hinreichende Verdacht im Sinne von § 9 Abs. 2 BBodSchG nicht nur aus der Überschreitung von Prüfwerten (bzw. hilfsweise herangezogenen sonstigen Werten), sondern auch aus **sonstigen Feststellungen** im Sinne von § 3 Abs. 4 BBodSchV ergeben kann. Sind beispielsweise die Schadstoffart, die ausgelaufene Schadstoffmenge, der Grundwasserflurabstand und die Durchlässigkeit des Bodens bekannt, so kann in der Regel schon deshalb – ohne weitere Untersuchungen – eine Bewertung der Gefahr für das Grundwasser vorgenommen und ein hinreichender Verdacht im Sinne von § 9 Abs. 2 BBodSchG angenommen oder verneint werden.

5 Abschluss der orientierenden Untersuchung

Am Ende der orientierenden Untersuchung steht die fachliche Bewertung. Vereinfacht kann man hierbei von vier Fallgruppen ausgehen. Abb. 3. gibt einen (vereinfachten) Überblick über die Bewertung der Ergebnisse der orientierenden Untersuchung sowie die damit im Regelfall verknüpften Folgen. Zur Veranschaulichung sind die Fallgruppen 1 bis 4 in „Ampelfarben“ hinterlegt; während bei der Fallgruppe 1 „Entwarnung“ (Grün) gegeben werden kann, besteht bei der Fallgruppe 4 „Sanierungsbedarf“ (Rot).

Es ist ergänzend zu erwähnen, dass Bewertungen und Erkenntnisse im Rahmen der Altlastenbearbeitung auch im **Bodeninformationssystem des Landes Hessen** (§§ 7 ff. Hessisches Altlasten- und Bodenschutzgesetz, HAltBodSchG) [19] dokumentiert werden. Das stellt u. a. sicher, dass die bei der Bearbeitung gewonnenen Informationen auch künftig zur Verfügung stehen. Auch kann bei der Fallgruppe 2 ein dahingehender „Merkposten“ vorgesehen werden, dass bei Nutzungsänderungen eine erneute Prüfung erforderlich wird.

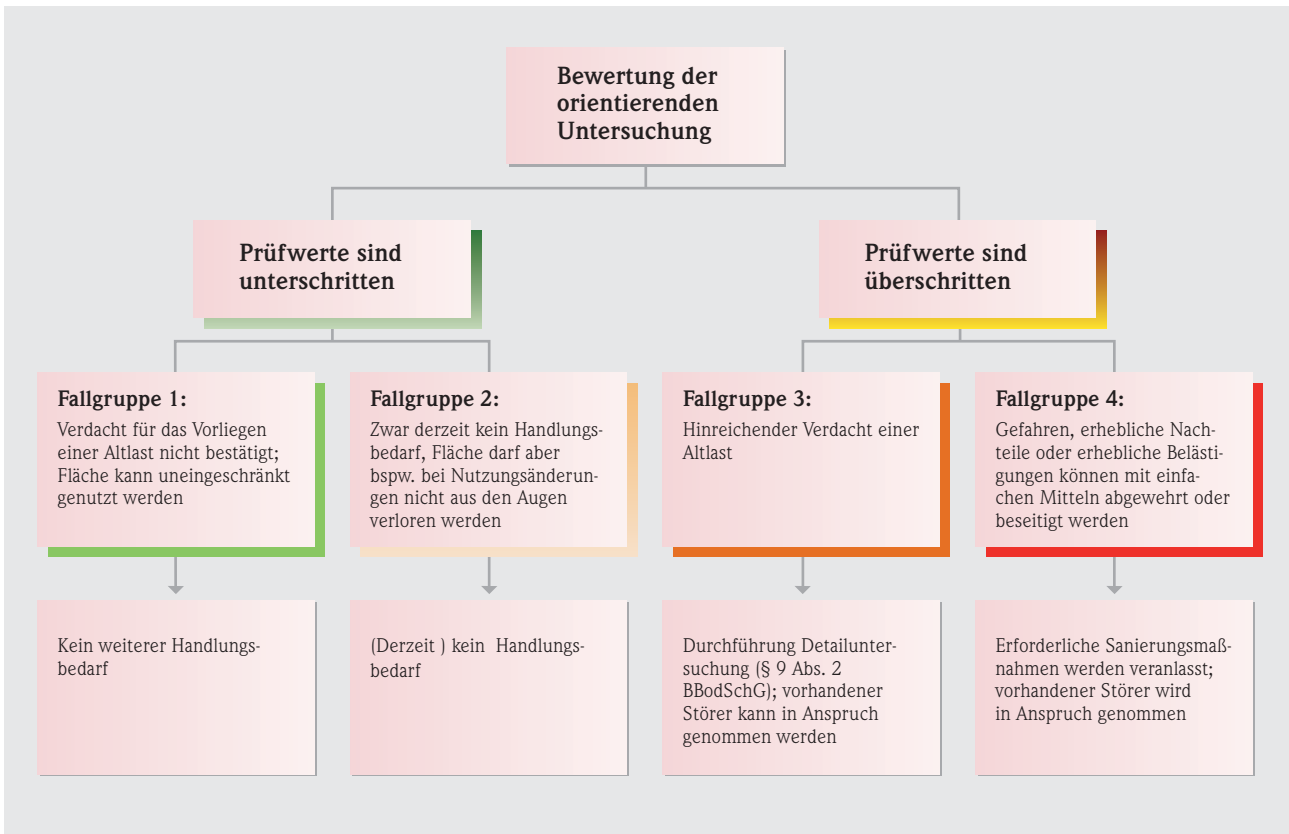


Abb. 3: Bewertung der Ergebnisse der orientierenden Untersuchung.

6 Literatur

- [1] Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Gesetz vom 09. Dez. 2004 (BGBl. I S. 3214)
- [2] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554)
- [3] Verwaltungsgericht Wiesbaden, Beschluss vom 09. Dez. 2003, NVwZ-RR 2004, S. 651
- [4] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 2, Wiesbaden 2002
- [5] ITVA-Fachausschuss F 2 – Probenahme: „ITVA-Vergleichsprobenahme – Ein 'Ringversuch' für Rammkernsondierungen“, 2005
- [6] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: „Empfehlungen für die Durchführung von Grundwasser-sanierungsmaßnahmen bei Altlasten“, 2004
- [7] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz: „Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen“, 2003
- [8] Hessisches Wassergesetz (HWG) vom 06. Mai 2005 (GVBl. I S. 305)
- [9] Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV) vom 30. Okt. 2005, StAnz. 45/2005 S. 4243
- [10] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: „Arbeitshilfe Bodenluftsanierung, Ergebnisse einer Recherche zum Stand der Bodenluftsanierungspraxis mit Handlungsempfehlungen für die Planung und Durchführung von Bodenluftsanierungsmaßnahmen“, 2001
- [11] Fachbeirat Bodenuntersuchungen: „Stellungnahme des FBU zum Einsatz von Verfahren der Vor-Ort-Analytik im Anwendungsbereich der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)“, Juni 2004
- [12] HOLGER STRÖMMER: „Amtsermittlung bei altlastverdächtigen Flächen“ – in: Wasser und Abfall, Heft 7/8, 2008
- [13] Oberverwaltungsgericht Lüneburg, Beschluss vom 03. Mai 2000 – in: NVwZ 2000, Heft 10, S. 1194
- [14] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz: „Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug“, 2008
- [15] Verwaltungsvorschrift zu § 77 des Hessischen Wassergesetzes für die Sanierung von Grundwasser- und Bodenverunreinigungen im Hinblick auf den Gewässerschutz (Gw-VwV) vom 19. Mai 1994 (StAnz. 1994, 1590), geändert am 30. Sept. 1994 (StAnz. 1994, S. 2839)
- [16] KATRIN BATEREAU: „Altlastenerkundung: Wunsch und Wirklichkeit“, Vortrag im Rahmen der Tagung „Altlasten und Schadensfälle 2006“ des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie am 21./22. Juni 2006 – auszugsweise veröffentlicht im Tagungsband, Wiesbaden, 2006
- [17] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) und Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Abgrenzung zwischen Bundes-Bodenschutzgesetz und Wasserrecht, Teil 1 (2000) und Teil 2 (2005)
- [18] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 7, Wiesbaden 2008
- [19] Hessisches Altlasten- und Bodenschutzgesetz (HAlt-BodSchG) vom 28. Sept. 2007 (GVBl. I S. 652)

7 Hinweis und Dank

Der Beitrag basiert im Wesentlichen auf der Diplomarbeit, die der Verfasser im Rahmen seines Zweitstudiums an der Universität Koblenz-Landau im weiterbildenden Fernstudiengang „Angewandte Umweltwissenschaften“ vorgelegt hat. Den beiden Betreuern dieser Arbeit, Herrn Prof. Dr. Georg Wieber (Struktur- und Genehmigungsdirektion

Nord des Landes Rheinland-Pfalz) und Herrn Dr. Helmut Arnold (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), sei an dieser Stelle nochmals für ihre Unterstützung sowie ihre wertvollen Hinweise gedankt.

Die Anerkennung von Sachverständigen für Bodenschutz und Altlasten nach §18 des Bundes-Bodenschutzgesetzes

HEIDE HERRMANN

Seit dem 27.09.2006 ist in Hessen die Verordnung zur Anerkennung von Sachverständigen im Bereich des Bodenschutzes auf Grundlage von §18 des Gesetzes zum Schutz des Bodens (BBodSchG) und §6 des Hessischen Altlasten- und Bodenschutzgesetzes (HAltBodSchG) in Kraft. Und – nach einigen Anlaufschwierigkeiten bei allen beteiligten Stellen – wurden nun in 2008 auch die ersten Sachverständigen nach dieser Verordnung anerkannt.

Die staatliche Anerkennung als Sachverständige/r für Bodenschutz und Altlasten erfolgt in Hessen zusammen mit einer Bestellung nach §36 Gewerbeordnung (GewO) zum öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen. Zuständige Stelle für die Anerkennung ist die örtlich zuständige Ingenieur- und Handelskammer (IHK) bzw. die Ingenieurkammer Hessen. Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) wirkt bei der Anerkennung mit.

Sachverständige/r kann werden, wer die erforderliche Zuverlässigkeit, Sachkunde und gerätetechnische Ausstattung besitzt. Die Sachkunde gliedert sich in sechs Sachgebiete, die in der Verordnung aufgeführt werden.

Der Antrag wird bei der örtlich zuständigen IHK bzw. der Ingenieurkammer Hessen gestellt. Dabei muss angegeben werden, für welches oder welche der sechs Sachgebiete der/die Antragsteller/in anerkannt werden möchte.

Die IHK bzw. die Ingenieurkammer prüft, ob die allgemeinen Voraussetzungen für eine Anerkennung

erfüllt sind. Hierzu holt sie u. a. auch Referenzen vom HLUG ein.

Zur Überprüfung der fachlichen Kenntnisse werden die Gutachten und Arbeitsproben an ein Fachgremium übersandt. Hessen hat sich entschieden, kein eigenes Fachgremium einzurichten, sondern sich einem bestehenden anzuschließen; dies ist i. d. R. das Fachgremium an der IHK Essen. Dort sind auch Vertreter/innen des HLUG tätig.

Der Umfang der fachlichen Prüfung richtet sich nach Anzahl und Tiefe der bereits abgelegten Prüfungen sowie der fachlichen Breite und Qualität der vorgelegten Gutachten und Arbeitsproben. Ein Mitglied des Fachgremiums sichtet die Gutachten und gibt gegenüber dem Fachgremium ein Votum dahingehend ab, ob die Unterlagen ausreichend sind und ob ggf. eine mündliche Prüfung durchgeführt werden sollte. Die mündliche Prüfung wird vor drei Mitgliedern des Fachgremiums abgelegt und dauert ca. zweieinhalb Stunden. Das Fachgremium gibt sein Votum an die IHK bzw. Ingenieurkammer weiter.

Sind die Prüfungen von Zuverlässigkeit, gerätetechnischer Ausstattung und Sachkunde positiv verlaufen, so wird der/die Gutachter/in öffentlich bestellt und vereidigt. Das HLUG wird informiert und veranlasst daraufhin die Veröffentlichung des/der Sachverständigen im Staatsanzeiger. Damit ist der/die neue Sachverständige endgültig auch staatlich anerkannt. Eine Bekanntgabe im Recherchesystem Messstellen und Sachverständige (ReSyMeSa), in dem die notifizierten Untersuchungsstellen und Sachverständigen aller Bundesländern zu finden sind, sowie auf der Homepage des HLUG ([www. hlug.de](http://www.hlug.de) → Altlasten → Anerkennungen) folgt.

Alle Rechtsgrundlagen zum Anerkennungsverfahren sind unter www. hlug.de → Altlasten → Fachdokumente zu finden.

Ansprechpartnerin beim HLUG ist Frau Dr. Heide Herrmann, Telefon: 0611/6939-744, E-Mail: heide.herrmann@hlug.hessen.de

Neuerungen im Fachinformati- onssystem Altflächen und Grund- wasserschadensfälle – FIS AG – im Jahr 2008

MARGOT KRUG & ANDREA SCHÜTZ-LERMANN

Im März 2007 wurden die beiden bis dahin getrennt geführten Datenbanken der hessischen Altflächendatei, ALTIS und ANAG, zum Fachinformati-
onssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle (FIS AG) zusammengeschlossen. Im Altlasten-annual 2007 haben wir ausführlich darüber berichtet. Seitdem wurde das System ständig weiterentwickelt, so dass mittlerweile zahlreiche Neuerungen umgesetzt wurden.

Das Jahr begann mit der Produktivsetzung des neuen Auswertemanagers AUS3 am 17. Januar: Mit den konvertierten **Berichten** aus der vorhergehenden Version gab es teilweise größere Performanceprobleme. Bis zur Behebung dieser Probleme, im August 2008, wurde deshalb den betroffenen Anwendern eine Sonderrolle in der Benutzerverwaltung eingerichtet, mit der die Laufzeit der Berichte verbessert werden konnte.

Die **Dokumentenbindung** funktionierte im Januar deutlich verbessert. Die Fehler waren beseitigt. Allerdings waren die Spalten der Tabellen von Einzeldokumenten nach der Erstellung zunächst in Bezug zu der Kopfzeile verschoben. Deshalb wurde Anfang Februar das Word-Makro „Tabellen ausrichten“ zur Verfügung gestellt, das die Tabellen im ganzen Dokument exakt ausrichtet. Weitere Änderungswünsche allerdings, die eine Unterarbeitsgruppe Ende Januar erarbeitet hatte, konnten zunächst nicht umgesetzt werden.

Das **erste FIS AG – Update** konnte im Februar 2008 in Betrieb genommen werden. Highlights der

anstehenden ALTIS-Änderungen waren:

1. **Codeblöcke** (kleine Programme, die über eine R-Schaltfläche angestoßen werden):
Die Umgebungssuche beim Speichern einer geänderten Fläche war bisher fehlerhaft. Der Codeblock wurde deshalb so angepasst, dass jetzt bei jeder wesentlichen Änderung der „Stammdaten“ (Änderung der Koordinaten, Straße, Hausnummer usw.) erneut eine Suche gestartet wird.
2. **Neu: BLOB (Binary Large Objects)**
Mit dieser Funktion (rechte Maustaste: neu) kann man sowohl in ANAG als auch in ALTIS Fotos (.jpg usw.) oder eingescannte Lagepläne sowie Gutachten zu einer Fläche oder Messstelle abspeichern. BLOB ist als Zuordnung zu einer Fläche oder Messstelle im Navigationsbaum zu erreichen.
3. **Neu: Die Statusliste** wurde durch eine neue Liste ersetzt. Die Inhalte sind jetzt besser systematisiert und fehlende Status wurden ergänzt.
 - Die alten Angaben werden allerdings noch in der neuen Liste vorgehalten, weil nicht alle bisherigen Einträge automatisch in die neuen umgesetzt werden konnten. Deshalb gibt es in der Auswahlliste vorübergehend eine Spalte mit Bemerkungen, in der unter anderem auch darauf hingewiesen wird, dass bestimmte „alte“ Einträge nicht mehr genutzt werden sollen.
 - Der Status der Gesamtfläche in der Maske Stammdaten ändert sich nicht mehr automatisch, wenn der Flurstückstatus korrigiert wird. Dies muss jetzt per Hand erfolgen! Bei der bisherigen Funktionalität hat sich als nachteilig erwiesen, dass der Status der Gesamtfläche nur automatisch eingetragen werden konnte (der jeweils „schlechteste“ Status der zugeordneten Flurstücke).
 - Aufgrund der neuen Statusliste in FIS AG wurden die Begriffserläuterungen, die dem Ausdruck des „Infoblatt_kurz“ beigefügt sind, aktualisiert. Dieses Dokument befindet sich in K:\FIS AG\Allgemein\Info\Dokumente

mit dem Namen „Begriffserläuterungen Stand Dez.2008“.

4. **Neu:** Es ist angestrebt, die Informationen zu Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen künftig über den so genannten Hessenviewer bereitzustellen und gemeinsam mit der Liegenschaftskarte zu präsentieren. Zu diesem Zweck wurde ein neues Attribut eingeführt mit dem Namen „LIKA? - Ja/Nein“. Zu finden ist es in der Maske Stammdaten. Mit Hilfe dieses Feldes kann der Anwender kenntlich machen, dass der Flächenstatus auf dem neuesten Stand ist (siehe Abbildung).
5. **Neu:** Ergänzend zum HLUG-Branchenkatalog wurde der Katalog gem. der Klassifikation der Wirtschaftszweige des Jahres 2003 (WZ 2003) eingeführt. Der WZ 2003 ist künftig für neu aufzunehmende Betriebe zu verwenden, der HLUG-Branchenkatalog steht nur noch im Lesen-Modus zur Verfügung.
6. **Aktualisiert:** Die Referenzliste für Einzelmaßnahmen bei Sanierungen ist überarbeitet und ergänzt.
7. **Aktualisiert:** Im Infoverzeichnis des K-Laufwerks unter WTS im Ordner Hilfestellungen (K:\FIS AG\Allgemein\Info\Hilfestellungen) ist eine neue **Gemarkungsliste** zur Verwendung für die Suche nach Flurstücken in unserem GIS Viewer eingestellt worden.
8. Außerdem stehen seit dem 12.03.2008 nun auch die speziellen Arbeitsumgebungen für die unteren Wasser- und Bodenschutzbehörden zur Verfügung.

Das **zweite** (diesmal kleine) **FIS AG – Update** fand dann im Juni 2008 statt. Folgende für den Anwender sichtbare Änderungen in ALTIS wurden vorgenommen:

1. „Bearbeiten in Tabelle“ bei allen Objekttypen, die dazu grundsätzlich die Möglichkeit bieten. Bei einigen Objekttypen war bisher nur die Bearbeitung in der Maskendarstellung möglich, so dass für jeden einzelnen Datensatz die Maske

geöffnet, bearbeitet und mit speichern wieder geschlossen werden musste. Die Tabellenbearbeitung ist für Änderungen an mehreren Datensätzen eines Objekttyps anwenderfreundlicher.

2. Erweiterung der im rechten Auswahlfenster angezeigten Spalten beim Objekttyp Ablagerungen um Beginn und Enddaten des Ablagerungszeitraumes und der Rekultivierung.
3. Notwendige Änderungen bei der Auswertbarkeit von Berichten für die Vorlagenerstellung des Gesamtausdrucks. Bis dahin konnten einige Attribute von Objekttypen nicht im Gesamtausdruck dargestellt werden, weil dies im Definitioncontainer so nicht vorgesehen worden war.

Datenbankpflege:

Seit August werden nach und nach die Bemerkungen, die zwar aus ALTIS-alt migriert, aber bisher nur tabellarisch zugeordnet waren, in die Bemerkungsfelder der entsprechenden Datensätze des FIS AG/ALTIS eingepflegt.

In das FIS AG-Info-Verzeichnis der Dateiablage (Explorer) wurden drei aktualisierte oder neu erstellte Dokumente eingestellt (K:\FIS AG\Allgemein\Info\Dokumente):

1. Abkürzungen und Glossar
2. Bemerkungen aus dem alten ALTIS
3. Kurzanleitung zur Benutzung von ALTIS und dem GIS-Viewer

Im Verzeichnis K:\FIS AG\Allgemein\FAB1 befindet sich das neue Dokument „Zugriff auf die HUMANIS Arbeitsumgebung“, das den FAB1 beschreibt, wie sie nach Löschvorgängen die zugehörigen Logdateien einsehen können.

Die lange angekündigte Umstellung der Gauß-Krüger-Koordinaten (Rechts- und Hochwerte) auf eine einheitliche Grundlage (UTM-Koordinatensystem) hat begonnen. Es wird zunächst eine parallele Datenführung geben. Mit dem Werkzeug „xy“ in unserem GIS-Viewer kann man ab sofort nicht nur die altbekannten Rechts- und Hochwerte, sondern gleichzeitig auch die UTM32-East und UTM32-North-Werte ablesen.

Das dritte (wieder umfangreiche) **FIS AG – Update** ist bereits getestet und wartet auf die Umsetzung in die Produktionsumgebung.

Im Wesentlichen wird es folgende Neuerungen geben:

1. Die Attribute „Ost-Koordinate (UTM)“ und „Nord-Koordinate (UTM)“ werden eingeführt.
2. Das Attribut „Bemerkungen“ wird als Textfeld für alle Objekttypen eingefügt.
3. Alte Referenzlisten aus ALTIS-alt, die nicht mehr benutzt werden, werden gelöscht.
4. Der Objekttyp Nutzungen wird auch im Zuordnungsreiter sicht- und bearbeitbar und nicht wie bisher nur im Navigationsbaum. Statt dessen werden die „zulässigen Nutzungen der Flurstücke“ erst eine Ebene tiefer, hinter den Flurstücken zu sehen sein.
5. Neuer Codeblock: In ALTIS ist bei der Neuaufnahme eines Betriebs mindestens eine Anlage zu erfassen. Zukünftig ist diese Zuordnung Pflicht.
6. Die Hilfetexte zu den Eingaben von „Maßnahmen“ und „Einzelmaßnahmen“ werden ergänzt und geändert.
7. In der Zuordnungsmaske werden zu den Maßnahmen auch die Einzelmaßnahmen angezeigt.
8. Der Codeblock im Objekttyp weitere Adressen wird die Regelung wie beim Objekttyp Fläche nach BBodSchG o. GWSF für das Attribut Straße übernehmen.
9. Ein neues Attribut „Zuständige Behörde“ wird beim Objekttyp Fläche nach BBodSchG o. GWSF eingeführt (siehe Abb. 1).

The screenshot shows the 'Zuordnungen' (Assignments) tab in the FIS AG software. The main form contains various input fields for object data. Two fields are highlighted with red circles: 'Zuständige Behörde' (Responsible Authority) and 'LIKA?'. The 'Zuständige Behörde' field is currently empty, while the 'LIKA?' field has a dropdown menu with 'LIKA?' selected. Other visible fields include 'Arbeitsname', 'Straße aus Liste', 'Hausnummer', 'Zusatz zur Hausnummer', 'Art der Adresse' (set to 'Stammadresse'), 'Rechtswert' (0,000), 'Hochwert' (0,000), 'Status der Gesamtfläche' (Fläche nicht bewertet), 'Größe der Gesamtfläche in m²' (0), 'TK-25 Karte', 'Erfassungsdatum' (03.02.2009), 'Prüfung', and 'Bemerkung'. The interface also shows a menu bar at the top and a status bar at the bottom with 'Stichtag: aktuell' and 'NUM'.

Abb. 1

Erstmals werden auch Änderungen im FIS ANAG vorgenommen:

1. Bei der Berechnung der NN-Werte wurde die Bedienung vereinfacht.
2. Die automatische Generierung der Kurzbezeichnung der Messstelle Oberirdisches Gewässer (OG) wurde berichtigt.
3. Einige Warnpflichtfelder wurden zu Pflichtfeldern deklariert, da ohne die entsprechenden Daten die Kurzbezeichnung nicht gebildet werden kann oder die Messstellen im GIS-Viewer nicht dargestellt werden können.
4. Da die ursprüngliche Version des FIS ANAG unabhängig von ALTIS betrieben wurde, war für die Zuordnung von Messstellen zu einer Altfläche

ein eigener Objekttyp ALTIS eingerichtet worden. Nach der Integration von ALTIS und ANAG in FIS AG kann diese Funktion gelöscht werden, nachdem alle Messstellen den ALTIS-Flächen nach BBodSchG zugeordnet sind.

So haben sich im Jahr 2008 doch viele Änderungen ergeben und es zeigt sich in der Übersicht: in kleinen Schritten aber kontinuierlich wird ALTIS konsolidiert, d. h. Stolpersteine werden eliminiert, Überflüssiges wird gelöscht, Altbewährtes aktualisiert, Nützliches ergänzt und Undurchsichtiges transparent gemacht. Ziel dieser Änderungen ist es, FIS AG anwenderfreundlicher und praxisorientierter zu gestalten. In diesem Sinne werden wir nach Kräften versuchen, mit diesen Bemühungen im kommenden Jahr fortzufahren.

Arbeitshilfe zur Grundwassersanierung

WOLFGANG BERNHARDT, BERTHOLD MEISE, MICHAEL WOLF & VOLKER ZEISBERGER

Zusammenfassung

Bei einer Grundwasserverunreinigung ist im Einzelfall zu entscheiden, ob ein Sanierungsbedarf besteht. Die hessische Arbeitshilfe, entwickelt von einer Gruppe von Behördenmitgliedern, zieht als wesentliche Kriterien die „Gelöste Schadstoffmenge im Grundwasser“ und die „Fracht im Grundwasser“ heran. Ein EXCEL-Blatt vereinfacht deren Berech-

nung. Die Kriterien fließen in eine Bewertungsmatrix ein, mit der Grundwasserverunreinigungen nach objektiven Maßstäben beurteilt und eingestuft werden können. Die Bewertungsmatrix, die ggf. noch durch weitere Kriterien ergänzt werden muss, unterstützt die Behörde bei ihrer Einzelfallentscheidung über den erforderlichen Handlungsbedarf.

1 Einleitung

Ist eine Grundwasserverunreinigung eingetreten, muss die Behörde prüfen, ob ein Sanierungsbedarf besteht. In Hessen findet hierbei die Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV) Anwendung [1]. Diese wird von der hier vorgestellten „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen“ fachlich konkretisiert [2].

In der GWS-VwV wird die „schädliche Grundwasserverunreinigung“ als zentraler Begriff verwendet. Wird im Grundwasser ein Geringfügigkeitschwellenwert (GFS) [3] überschritten, so liegt eine

Grundwasserverunreinigung vor. Da vom Grundsatz her nur bei einer schädlichen Grundwasserverunreinigung Sanierungsbedarf besteht, ist zusätzlich zu prüfen, ob diese Verunreinigung **schädlich** oder nur **gering** ist.

Bei dem anschließenden Entscheidungsprozess über erforderliche Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen ist u. a. der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz zu beachten.

Der Schwerpunkt der hessischen Arbeitshilfe liegt bei den beiden Fragestellungen „Liegt eine **schädliche** Grundwasserverunreinigung vor?“ und

„Ist die Sanierung einer schädlichen Grundwasserunreinigung erforderlich (verhältnismäßig)?“. Dargestellt wird ein praktikabler Weg, wie anhand objektiver Kriterien eine Einstufung von Grundwasserunreinigungen möglich ist. Die Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“ sind hierbei von besonderer Bedeutung.

Um eine hohe Praxistauglichkeit zu gewährleisten, wurde die hessische Arbeitshilfe von einer

Arbeitsgruppe aus Behördenvertretern entwickelt und zusätzlich anhand von 35 hessischen Grundwasserschadensfällen auf Praktikabilität und Plausibilität geprüft.

Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise gilt vor allem für Porengrundwasserleiter. Bei Kluftgrundwasserleitern ist die Anwendung der Arbeitshilfe häufig nicht möglich, da wichtige Informationen fehlen oder nur unter hohem Aufwand ermittelbar sind.

2 Bewertungskriterien

Die Schadstofffreisetzung und -ausbreitung sowie die Ausbildung der Schadstofffahne im Grundwasser werden von zahlreichen Faktoren beeinflusst [4]. Diese sind u. a. die Mächtigkeit und Durchlässigkeit des Grundwasserleiters, hydraulische Verbindungen des Grundwasserleiters mit anderen Grundwasserstockwerken und Oberflächengewässern, die Grundwasserfließgeschwindigkeit, das Schadstoffrückhaltevermögen im Grundwasserleiter, die Milieuverhältnisse im Grundwasser sowie die Mobilität und die Abbaubarkeit der Schadstoffe.

Wegen der Vielzahl der Einflussfaktoren stellt sich die Frage, wie diese zu gewichten sind, und wie Grundwasserunreinigungen untereinander verglichen werden können. In der Arbeitshilfe wird davon ausgegangen, dass die genannten Faktoren entweder direkt oder indirekt¹ in die beiden Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grund-

wasser“ und „Fracht im Grundwasser“ einfließen (Abb. 1).

Die beiden Bewertungskriterien sind ausreichend, um die fachliche Einstufung einer Grundwasserunreinigung zu ermöglichen. Die Kriterien beschreiben sowohl den Ist-Zustand der Grundwasserunreinigung als auch die Dynamik der Schadstoffausbreitung. Liegen Informationslücken vor, sind weitere Untersuchungen erforderlich. Ist beispielsweise die Länge der Schadstofffahne nicht bekannt und nicht ausreichend abschätzbar, ist die Anwendung des Kriteriums „Gelöste Menge im Grundwasser“ zunächst nicht möglich. Dann sind Untersuchungen zur Ermittlung bzw. Abschätzung der Fahnenlänge durchzuführen.²

Die Eingangsgrößen für die Ermittlung und Berechnung der beiden Bewertungskriterien sind in Tab. 1 aufgeführt.

¹ Indirekte Auswirkungen treten z. B. bei Stoffen auf, die eine relativ hohe Mobilität aufweisen. Dann ist zu erwarten, dass sowohl die im Grundwasser gelöste Stoffmenge als auch die mit dem Grundwasser transportierte Schadstofffracht vergleichsweise hoch ist.

² In Sonderfällen ist die Ermittlung beider Kriterien nicht möglich, z. B. bei einem Standort nahe an einem oberirdischen Gewässer. Wenn die Schadstofffahne durch das Gewässer „abgeschnitten“ wird, ist die Ermittlung des Kriteriums „Gelöste Menge“ oft nicht sinnvoll. Die Einstufung der Grundwasserunreinigung erfolgt dann insbesondere über das Kriterium „Fracht im Grundwasser“.

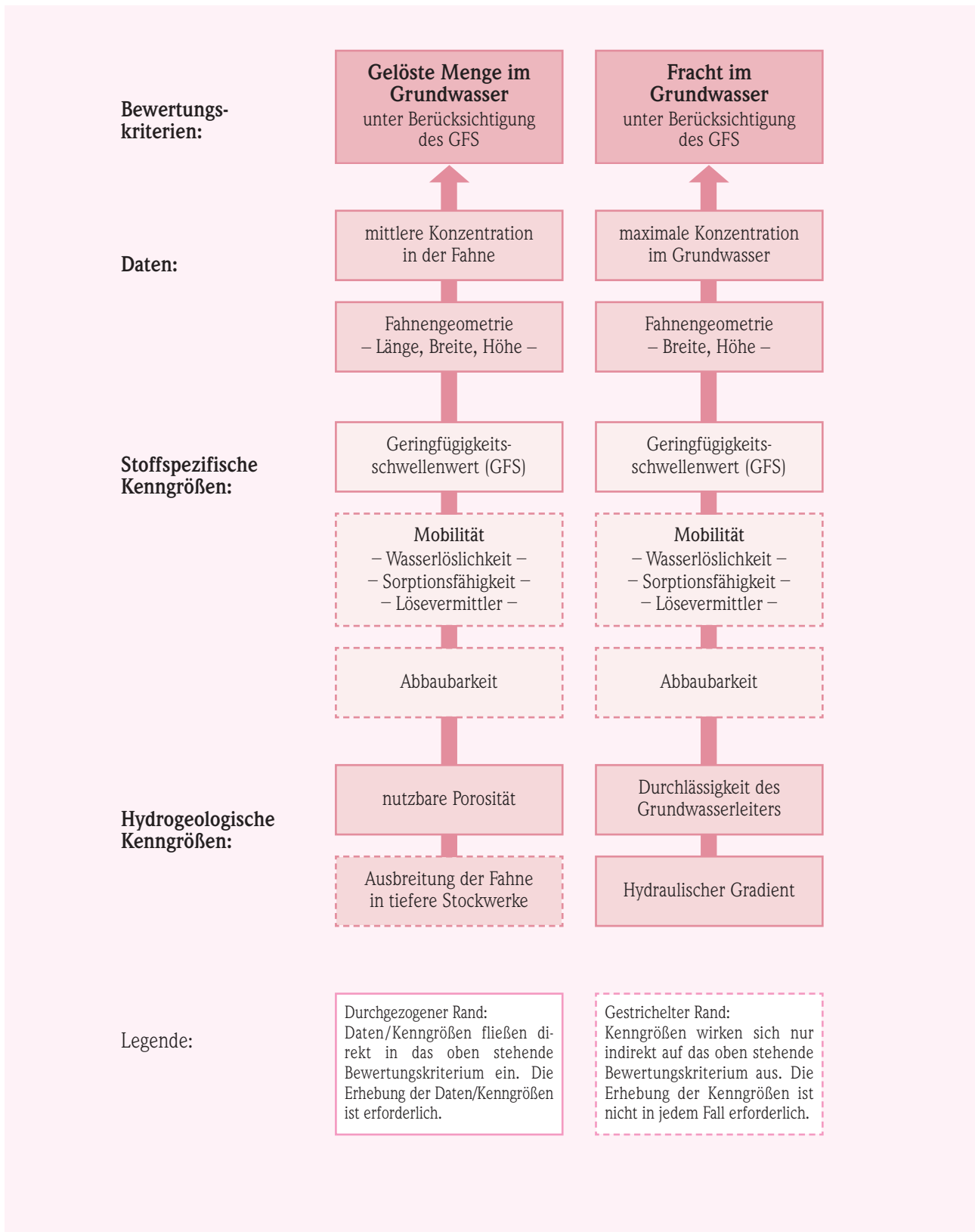


Abb. 1: Bewertungskriterien für die Fragestellung „Liegt eine schädliche Grundwasserverunreinigung vor?“ mit den dazugehörigen Daten und Kenngrößen.

Tab. 1: Daten/Kenngrößen zur Ermittlung der Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“.

Daten/Kenngrößen	Kürzel	Einheit
mittlere Konzentration in der Fahne/Stromröhre	c_{mittel}	$\mu\text{g/l}$
maximale Konzentration in der Fahne/Stromröhre	c_{max}	$\mu\text{g/l}$
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	$\mu\text{g/l}$
Länge der Fahne/Stromröhre	L	m
Breite der Fahne/Stromröhre	B	m
Höhe der Fahne/Stromröhre	H	m
nutzbare Porosität	P^*	%
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	m/s
hydraulischer Gradient	I	–

In vielen Fällen ist es sinnvoll, die Schadstofffahne im Grundwasser in mehrere Bereiche (Stromröhren, s. Abb. 2) zu unterteilen, deren Längsachse in Grundwasserfließrichtung verläuft [5]. Für die Ermittlung und Einstufung der beiden Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“ steht ein EXCEL-Arbeitsblatt zur Verfügung, mit dem bis zu drei Stromröhren berechnet werden können [6], siehe auch Abb. 4 in Kap. 6.

Gelöste Menge im Grundwasser

Das Bewertungskriterium „Gelöste Menge im Grundwasser“ beschreibt den Ist-Zustand der Schadstofffahne, indem die aktuelle Ausdehnung der Fahne und die Schadstoffbelastung in der Fahne berücksichtigt werden. Zur Berechnung der gelösten Menge ($M_{\text{gelöst}}$) müssen die mittlere Schadstoffkonzentration in der Schadstofffahne, die Länge/Breite/Höhe der Schadstofffahne und die nutzbare Porosität des Grundwasserleiters bekannt sein. Die Berechnung erfolgt nach folgender Gleichung:

$$M_{\text{gelöst}} = c_{\text{mittel}} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot P^* / 100$$

Für die Einstufung, ob im konkreten Fall die gelöste Schadstoffmenge GROß, MITTEL, KLEIN oder SEHR KLEIN ist, wird die ermittelte Schadstoffmenge [kg] mit dem betreffenden Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS) [$\mu\text{g/l}$] verglichen; dabei werden nur die dimensionslosen Zahlenwerte verwendet (Tabelle 2).

Beispiel: Der GFS von leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) ist $20 \mu\text{g/l}$.

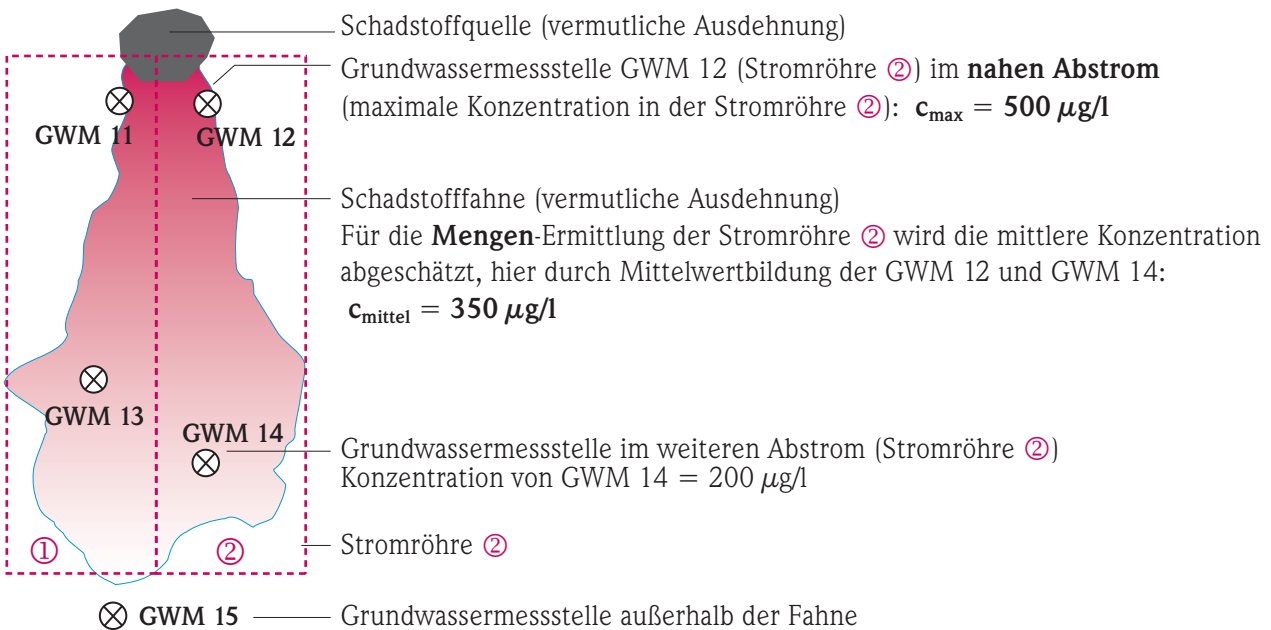


Abb. 2: Beispiel für zwei Stromröhren.

Tab. 2: Einstufung des Bewertungskriteriums „Gelöste Menge im Grundwasser“ ($M_{\text{gelöst}}$ [kg], GFS [$\mu\text{g/l}$]).

Algorithmus	Einstufung „Gelöste Menge im GW“
$M_{\text{gelöst}} \geq 0,1 \cdot \text{GFS}$	GROß
$M_{\text{gelöst}} < 0,1 \cdot \text{GFS}$ und $\geq 0,03 \cdot \text{GFS}$	MITTEL
$M_{\text{gelöst}} < 0,03 \cdot \text{GFS}$ und $\geq 0,003 \cdot \text{GFS}$	KLEIN
$M_{\text{gelöst}} < 0,003 \cdot \text{GFS}$	SEHR KLEIN

Wenn die „Gelöste LHKW-Menge im Grundwasser“ größer als $0,1 \cdot \text{GFS} = 0,1 \cdot 20 = 2$ [kg] ist, erfolgt die Einstufung in GROß. Bei Werten zwischen 2 und 0,6 [kg] erfolgt die Einstufung in MITTEL. Bei Werten zwischen 0,6 und 0,06 [kg] ergibt sich KLEIN, unterhalb von 0,06 [kg] SEHR KLEIN.

Die Fokussierung auf gelöst vorliegende Schadstoffe wirft die Frage auf, ob und wie **bodengebundene** Schadstoffe zu berücksichtigen sind. Für die Entscheidung, ob **aktuell** eine schädliche Grundwasserunreinigung vorliegt, ist die Berücksichtigung der bodengebundenen Schadstoffe nicht erforderlich. Schadstoffe, die an der Bodenmatrix haften (sorbiert oder als Phase), können eine lang anhaltende Schadstofffreisetzung in das Grundwasser verursachen und beeinflussen somit die zukünftige Entwicklung der Schadstofffahne. Insofern ist die Bodenbelastung als Prognose für die künftige Entwicklung einer Grundwasserbelastung heranzuziehen. Dies geschieht aber nicht im Rahmen der Bewertungsmatrix, sondern bei der anschließenden Prüfung der Verhältnismäßigkeit der Sanierungsmaßnahme.

Fracht im Grundwasser

Mit dem Bewertungskriterium „Fracht im Grundwasser“ wird die Dynamik der Schadstoffausbreitung im Grundwasser berücksichtigt. Die Fracht ist definiert als im Grundwasser transportierte Schadstoffmasse pro Zeiteinheit. In der Arbeitshilfe wird die Einheit Gramm pro Tag [g/d] verwendet.

Die Schadstofffracht ist abhängig von der Entfernung zur Quelle. Am höchsten ist die Fracht innerhalb der Schadstoffquelle bzw. nahe am abstromigen Rand der Schadstoffquelle. Im weiteren Abstrom nimmt die Schadstofffracht ab, da Abbau- und Rückhalteprozesse wirksam werden. Für die in der Arbeitshilfe beschriebene Frachteinstufung soll die Fracht im nahen Abstrom der Schadstoffquelle bestimmt werden, um die maximale Fracht ermitteln zu können.

Zur Berechnung der Fracht müssen die maximale Schadstoffkonzentration in der Schadstofffahne, die Breite und Höhe der Schadstofffahne, der Durchlässigkeitsbeiwert und der hydraulische Gradient bekannt sein. Die Berechnung der Fracht (E) erfolgt nach der Gleichung:

$$E = c_{\text{max}} \cdot B \cdot H \cdot k_f \cdot I$$

Für die Einstufung, ob im konkreten Fall die Schadstofffracht GROß, MITTEL, KLEIN oder SEHR KLEIN ist, wird die ermittelte Schadstofffracht [g/d] mit dem Zahlenwert des betreffenden GFS [$\mu\text{g/l}$] verglichen (Tab. 3).

Tab. 3: Einstufung des Kriteriums „Fracht im Grundwasser“ (Fracht [g/d], GFS [$\mu\text{g/l}$]).

Algorithmus	Einstufung „Fracht im GW“
Fracht $\geq 0,5 \cdot \text{GFS}$	GROß
Fracht $< 0,5 \cdot \text{GFS}$ und $\geq 0,2 \cdot \text{GFS}$	MITTEL
Fracht $< 0,2 \cdot \text{GFS}$ und $\geq 0,02 \cdot \text{GFS}$	KLEIN
Fracht $< 0,02 \cdot \text{GFS}$	SEHR KLEIN

Beispiel: Der GFS von Naphthalin ist $1 \mu\text{g/l}$. Wenn die ermittelte „Fracht im Grundwasser“ größer als $0,5 \cdot \text{GFS} = 0,5 \cdot 1 = 0,5$ [g/d] ist, erfolgt die Einstufung in GROß. Bei Werten zwischen 0,5 und 0,2 [g/d] erfolgt die Einstufung in MITTEL. Werte zwischen 0,2 und 0,02 [g/d] ergeben KLEIN. Unterhalb von 0,02 [g/d] ergibt sich die Einstufung SEHR KLEIN.

3 Bewertungsmatrix

Sind bei einem Schadensfall Menge und Fracht eingestuft, kann im nächsten Schritt mittels einer Bewertungsmatrix abgeschätzt werden, ob KEINE schädliche Grundwasserverunreinigung oder ob eine GERINGE, MITTLERE oder GROÙE schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt. Der sich daraus in der Regel ergebende Handlungsbedarf ist in der rechten Spalte der Tab. 4 beschrieben.

Insbesondere im Falle der Einstufung „MITTLERE schädliche Grundwasserverunreinigung“ sind weitere Kriterien zu prüfen, die in einem Prüfschema aufgeführt sind (Abb. 3). Hierzu zählen beispielsweise die Fahnenentwicklung (expandierend/ stationär/rückläufig), das hydrochemische Milieu, die Mobilität und Abbaubarkeit der Schadstoffe sowie die Schadstoffausbreitung in tiefere Grundwasserstockwerke.

Tab. 4: Bewertungsmatrix zur Einstufung einer schädlichen Grundwasserverunreinigung.

Einstufung „Gelöste Menge im Grundwasser“	Einstufung „Fracht im Grundwasser“	schädliche Grundwasserverunreinigung	Handlungsbedarf
SEHR KLEIN	SEHR KLEIN	KEINE	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
SEHR KLEIN	KLEIN		
KLEIN	SEHR KLEIN		
KLEIN	KLEIN	GERINGE	Zwar liegt eine schädliche Grundwasserverunreinigung vor, jedoch sind Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen i. d. R. unverhältnismäßig
SEHR KLEIN	MITTEL		
MITTEL	SEHR KLEIN		
KLEIN	MITTEL	MITTLERE	Weitere Prüfschritte sind erforderlich, um entscheiden zu können, ob bzw. welche Maßnahmen erforderlich sind, z. B. – Sanierungsmaßnahmen, – Überwachungsmaßnahmen – Überwachung natürlicher Abbau- und Rückhalteprozesse (MNA)
MITTEL	KLEIN		
MITTEL	MITTEL		
SEHR KLEIN	GROÙ		
GROÙ	SEHR KLEIN		
KLEIN	GROÙ		
GROÙ	KLEIN	GROÙE	I. d. R. sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich
MITTEL	GROÙ		
GROÙ	MITTEL		
GROÙ	GROÙ		

4 Verhältnismäßigkeitsprüfung bei Sanierungen

I. Die Sanierung von Boden und Grundwasser kann sehr zeit- und kostenaufwendig sein. Die mit den Kosten belasteten Sanierungspflichtigen machen deshalb oft geltend, die verlangten Maßnahmen seien nicht mit dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit vereinbar.

Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit beherrscht das gesamte Öffentliche Recht und damit auch das Umweltrecht (z. B. § 10 Abs. 1 BBodSchG). Nach diesem Grundsatz darf der Aufwand für die Maßnahmen der Sanierung nicht außer Verhältnis zu dem damit angestreb-

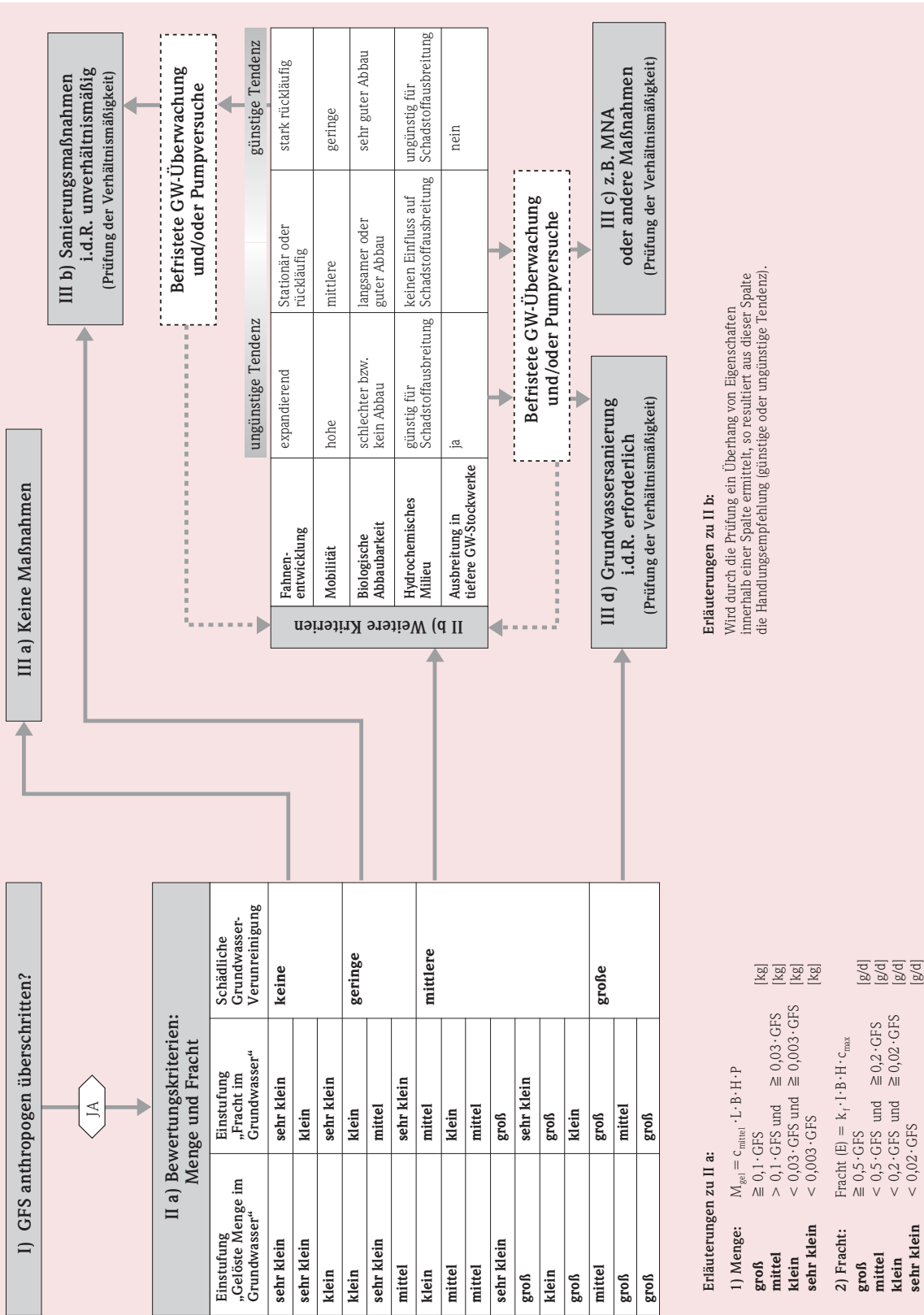


Abb. 3: Prüfschema zur Entscheidung über eine Grundwassersanierung [2].

ten Erfolg stehen. Er enthält ein Entscheidungsprogramm mit wertenden Elementen (Abwägung des Verhältnisses von Aufwand und Erfolg). Eine Entscheidung über die Verhältnismäßigkeit kann nur im Einzelfall unter Einbeziehung vieler Gesichtspunkte getroffen werden. Wenn Maßnahmen nach diesem Grundsatz als unverhältnismäßig angesehen werden, ist die Sanierungspflicht erfüllt, nicht aber das Sanierungsverfahren abgeschlossen (Nachsorge).

Der Grundsatz gilt nicht für die Bewertung von Verunreinigungen (Nr. 4 GWS-VwV), sondern nur für Sanierungsmaßnahmen (Nr. 5 GWS-VwV). Die Maßnahmen müssen nach diesem Grundsatz geeignet, erforderlich und angemessen sein (Zweck-Mittel-Relation).

Maßnahmen sind geeignet, wenn das Ziel erreicht werden kann (§ 5 Abs. 1 BBodSchV). Sie sind erforderlich, wenn keine weniger belastende Maßnahme zur Verfügung steht (z. B. natürliche Selbstreinigung (NA) statt aktiver Maßnahmen). Das Verhältnis von Aufwand und Erfolg (Angemessenheit, Zweck-Mittel-Relation) wird nach einem objektiven Maßstab abgewogen.

Als Aufwand gelten die Kosten der Maßnahme und die damit verbundenen Belastungen (§ 5 Abs. 1 BBodSchV, § 6 Abs. 2 BBodSchV). Der Erfolg besteht in der Sanierung und den damit zu erzielenden Vorteilen (Nutzungen). Die Abwägung stellt diese Elemente, die sich nicht immer monetarisieren lassen, in ein angemessenes Verhältnis zu einander.

II. Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit kann zu einem Schlagwort werden. Nicht sachgerecht ist eine Vermischung der Bewertung des Schadens und die fachliche Begründung von Sanierungszielen mit der Verhältnismäßigkeit von Sanierungsmaßnahmen („verhältnismäßige Sanierungsziele“). Keine Abwägung von Aufwand und Erfolg enthält die Verengung der Betrachtung lediglich auf die Kostenseite („wirtschaftliche Sanierungen“). Der Sanierungspflichtige führt subjektive Elemente in die Abwägung ein („ist mir zu teuer“) oder hebt nur auf seine (derzeitige) Leistungsfähigkeit ab („ist für mich zu teuer“). Auch kann der Erfolg an ungeeigneten Kriterien gemessen werden (Kosten pro Kg Schadstoff oder Vereinbarung einer Kostenbegrenzung ohne Bezug zur Belastung der Umwelt). Diese Einschränkungen von Sanierungsmaßnahmen können nicht mit dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit begründet werden.

III. In der Abwägung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen darf die Bedeutung des Grundwassers und seine Schutzwürdigkeit nicht vernachlässigt werden. Ziel des Gesetzes ist sauberes Grundwasser, im Wasserrecht besteht die Sanierungspflicht grundsätzlich in der Beseitigung der Verunreinigung. Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit dient nicht dazu, die Verursacher von Verunreinigungen von den Folgen der Belastung der Umwelt durch eine vorzeitige Beendigung der Sanierungsmaßnahmen und die Akzeptanz von Restschäden freizustellen.

5 Beendigung von Sanierungen

Bei laufenden Grundwassersanierungen wird oft festgestellt, dass ein ursprünglich festgelegtes Sanierungsziel, das meist in Form von Konzentrati-

onswerten angegeben ist, in absehbarer Zeit nicht erreicht werden kann. Dann ist zunächst zu prüfen, ob die Sanierung optimiert werden kann. Sind die

Optimierungsmöglichkeiten ausgeschöpft, stellt sich die Frage, ob das Sanierungsziel angepasst werden soll. Sogar eine vorzeitige Beendigung der Sanierung kann in Betracht kommen.

Bei der Prüfung, ob eine Sanierung beendet werden kann, gelten sinngemäß die gleichen Kriterien wie für den Beginn einer Sanierung. Daher kann die Bewertungsmatrix aus Kap. 3 analog angewendet werden. Als Eingangswerte für die Bewertungsmatrix werden dann die aktuell ermittelten Werte für „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“ verwendet.

Die Sanierung kann beendet werden, wenn keine schädliche Grundwasserverunreinigung mehr

vorliegt. Ist nur noch eine KLEINE schädliche Grundwasserverunreinigung vorhanden, kann die Grundwassersanierung ebenfalls i. d. R. beendet werden.

Auch bei der etwaigen Beendigung einer Sanierung ist der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz zu beachten. Hierbei können sich Unterschiede zwischen der erstmaligen Einleitung von Sanierungsmaßnahmen und der bloßen Fortführung bereits laufender Maßnahmen ergeben. Denn bei laufenden Maßnahmen ist meist die notwendige Anlagentechnik vorhanden; ihr weiterer Einsatz stellt eine geringere (finanzielle) Belastung für den Sanierungspflichtigen dar als die erstmalige Neuanschaffung.

6 Fallbeispiele

Tankstelle mit BTEX-Schaden (Fallbeispiel 1)

Im ersten Beispiel handelt es sich um eine Tankstelle. Das Grundwasser ist mit BTEX verunreinigt. Seit einigen Jahren erfolgt eine hydraulische Grundwassersanierung. Im Folgenden sind die Kenngrößen zur Ermittlung von Menge und Fracht aufgelistet:

Größe der Stromröhre	Höhe H	1,45 m
	Breite B	14 m
	Breite B (worst case)	54 m
	Länge L	30 m
Hydraulischer Gradient	I	0,0231
Durchlässigkeitsbeiwert	K_f	6,9 E-5 m/s
Porosität	P	25 %
Konzentrationen	c_{mittel}	115 $\mu\text{g/l}$
	c_{max}	714 $\mu\text{g/l}$
Zahlenwert GFS (BTEX)	GFS	20

Die Berechnung von Menge und Fracht erfolgt nach den in Kap. 2 genannten Formeln:

$$\begin{aligned} \text{Schadstoffmenge: } M_{\text{gelöst}} &= c_{\text{mittel}} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot P^* \\ \text{Schadstofffracht: } E &= k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{\text{max}} \end{aligned}$$

Im Beispiel werden eine Normalbetrachtung und eine „worst-case-Betrachtung“ geführt. Das „worst-case-Szenario“ ergibt sich aus einer wesentlich größeren Breite der Schadstofffahne.

Normalbetrachtung:

$$\begin{aligned} \text{Schadstoffmenge } M \text{ (BTEX)} &= 0,02 \text{ kg} = 0,001 \cdot \text{GFS} \\ &\rightarrow \text{Einstufung: sehr klein} \\ \text{Schadstofffracht } E \text{ (BTEX)} &= 2 \text{ g/d} = 0,1 \cdot \text{GFS} \\ &\rightarrow \text{Einstufung: klein} \end{aligned}$$

Die Abschätzung nach der Bewertungsmatrix ergibt „keine schädliche Grundwasserverunreinigung“ für die ermittelte „sehr kleine gelöste Menge“ und die „kleine Fracht“. Als Handlungsempfehlung sind „keine weiteren Maßnahmen erforderlich“.

„Worst-Case-Betrachtung“:

Schadstoffmenge M (BTEX, max) = 0,07 kg =
 $0,0035 \cdot \text{GFS}$ → Einstufung: klein

Schadstofffracht E (BTEX, max) = 7,7 g/d =
 $0,385 \cdot \text{GFS}$ → Einstufung: mittel

Hier ergibt die Abschätzung nach der Bewertungsmatrix eine „geringe schädliche Grundwasser-
 verunreinigung“. Die Handlungsempfehlung lautet:
 „weitere Prüfschritte erforderlich“.

Als maßvoller Kompromiss zwischen „keine Maß-
 nahmen“ und „weiteren Prüfschritten“ entschied sich
 die Behörde für eine auf ein Jahr befristete Grund-

wasserüberwachung. Durch die Messreihe soll kon-
 trolliert werden, ob nach Einstellung der Sanierung
 die Konzentrationen nicht wieder ansteigen.

Maschinenbauer mit CKW-Schaden (Fallbeispiel 2)

Auf dem Werksgelände eines Maschinenbauers
 kamen CKW zur Entfettung zum Einsatz. Hierbei
 wurden CKW in die wasserungesättigte und die
 wassergesättigte Zone eingetragen. Durch Boden-
 luftabsaugung wurde ein Großteil des Schadens
 saniert. Seit 1996 erfolgt die hydraulische Grund-
 wassersanierung. Die CKW-Konzentrationen liegen
 im Mittel bei $3\,000\ \mu\text{g/l}$ und erreichen Spitzen von
 bis zu $10\,000\ \mu\text{g/l}$.

Mengen- und Frachtbewertung "Schadstoffe im Grundwasser" Stand 2008
 Anhang 2 des Handbuchs Altlasten "Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen"

Eingabedaten sind gelb hinterlegt
Wichtige Endergebnisse sind blau hinterlegt

Bezeichnung des Schadensfalls			Maschinenbauer			
Schadstoff			CKW			
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	$\mu\text{g/l}$	20			
Stromröhre Nr.			①	②	③	
Bezeichnung der Stromröhre/Messstelle						Quelle der Daten
Mittlere Konzentration in der Stromröhre	C_{mittel}	$\mu\text{g/l}$	3 000			
Max.-Konzentration in der Stromröhre	C_{max}	$\mu\text{g/l}$	10 000			
Breite der Stromröhre / Fahne	B	m	150			
Höhe der Stromröhre / Fahne	H	m	1,5			
Länge der Stromröhre / Fahne	L	m	250			
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	m/s	2,0E-04			
hydraulischer Gradient	I	-	0,008			
nutzbare Porosität	P^*	%	25			
Abstandsgeschwindigkeit	v_a	m/d	0,6	0,0	0,0	
gelöste Menge im Grundwasser	$M_{\text{gelöst}}$	kg	0,00	groß	(Einstufung nach Arbeitshilfe Kap. 3.2.1)	
Fracht im Grundwasser	E_{ab}	g/d	0,00	groß	(Einstufung nach Arbeitshilfe Kap. 3.2.2)	

Abb. 4: EXCEL-Arbeitsblatt zum Handbuch Altlasten Band 3 Teil 7.

Für die Ermittlung und Einstufung der beiden Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“ steht begleitend zur vorgestellten HLUG-Arbeitshilfe ein EXCEL-Arbeitsblatt zur Verfügung. Dieses kann im Internet abgerufen werden: www.hlug.de/medien/altlasten/altlastenbearbeitung/grundwassersanierung.htm. Mit Hilfe des Excel-Arbeitsblatts können Menge und Fracht berechnet werden – so auch im Fallbeispiel.

Nach der HLUG-Arbeitshilfe gilt schon eine Menge ab 2 kg CKW und eine Fracht ab 10 g CKW/Tag als „große schädliche Grundwasserverunreinigung“. Der vorgenannte Fall liegt um über eine Zehnerpotenz höher. Im Ergebnis wird die hydraulische Grundwassersanierung weitergeführt.

CKW-Fahne im Abstrom ehem. US-Kaserne (Fallbeispiel 3)

Im Grundwasser-Abstrom einer US-Kaserne ist seit 1986 eine CKW-Fahne mit durchschnittlich $200 \mu\text{g/l}$ CKW bekannt. Eine Quellensanierung erfolgte. Die erfolgreiche Bodenluftsanierung beseitigte 491 kg CKW/BTEX im Schadenszentrum. Das Grundwasser im Zentrum ist mit bis zu $3\,400 \mu\text{g/l}$ CKW verunreinigt.

Eine Grundwassersanierung wurde an der Grundstücksgrenze zur US-Kaserne durchgeführt. Jedoch wurden in 2,5 Jahren nur 2,6 kg CKW aus dem Grundwasser entfernt. Der Abstrom wurde unregelmäßig überwacht. Im weiteren Abstrom befinden sich Gartenbrunnen mit CKW-Gehalten. Nutzungsbeschränkungen nach § 44 HWG mussten den Gartenbrunnenbesitzern aufgegeben werden.

In den Jahren 2006/2007 erfolgte eine Bestandsaufnahme aller Brunnen und Beobachtungspegel. Es wurden neue Pegel abgeteufelt, mehrere Stichtagsproben durchgeführt und eine Frachtabschätzung berechnet. Natürlich ergaben die Stichtagsproben, die ca. 7 Monate auseinander liegen, jahreszeitlich bedingte Konzentrationsunterschiede. Die Vielzahl der im Abstrom vorhandenen Brun-

nen ergab auch unterschiedliche Durchlässigkeitsbeiwerte. Dies führte zu unterschiedlichen Ansätzen der Frachtbetrachtung mit einem „worst-case“ und einem „best-case-Szenario“: Der Rechenweg wird hier nicht mehr dargestellt.

Menge M (CKW) = $35 \text{ kg} \gg 0,1 \text{ GFS (2 kg)}$
→ Einstufung : groß

Fracht E (worst case) = $25,6 \text{ g/d} > 0,5 \text{ GFS (10 g/d)}$
→ Einstufung: groß

Fracht E (best case) = $0,7 \text{ g/d} < 0,2 \text{ GFS (4 g/d)}$
→ Einstufung: klein

Nach der Bewertungsmatrix ergibt die Kombination aus „große gelöste Menge“ und „kleine Fracht“ eine „mittlere schädliche Grundwasserverunreinigung“. Das „worst-case-Szenario“ ergibt sogar eine „große schädliche Grundwasserverunreinigung“.

Im Folgenden wurden dann weitere Kriterien nach dem Prüfschema abgeprüft.

Fahnenlänge:

Die CKW-Fahne erreicht den nächsten Vorfluter nicht, sondern findet ein in der örtlichen Hydrogeologie begründetes natürliches Ende. Die wasserführenden quartären Deckschichten keilen vor dem Vorfluter aus. Das kontaminierte Grundwasser erreicht hier die Oberfläche, ohne sichtbare Quellaustritte zu bilden. Die Fahne reißt ab. Eine Ausbreitung in tiefere Grundwasserstockwerke kann auch ausgeschlossen werden.

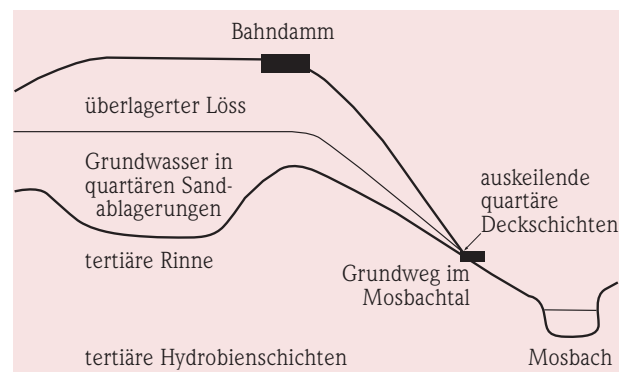


Abb. 5: Querschnitt über das geologische Profil im Bereich der CKW-Fahne.

Metabolisierung der Schadstoffe:

Die Metabolisierung des Ausgangsschadstoffes Tetrachlorethen konnte sehr gut analytisch belegt werden. Im Quellbereich dominiert Tetrachlorethen. Im weiteren Verlauf der Fahne erfolgt erst der

Abbau zu Trichlorethen und dann zu cis-1,2-Dichlorethen (s. Abbildungen 6 bis 8). Sowohl frühere wie auch die jüngsten Messungen ergaben niemals die Bildung des besonders toxischen Metabolits Vinylchlorid.



Abb. 6: Konzentrationsverteilung Tetrachlorethen.

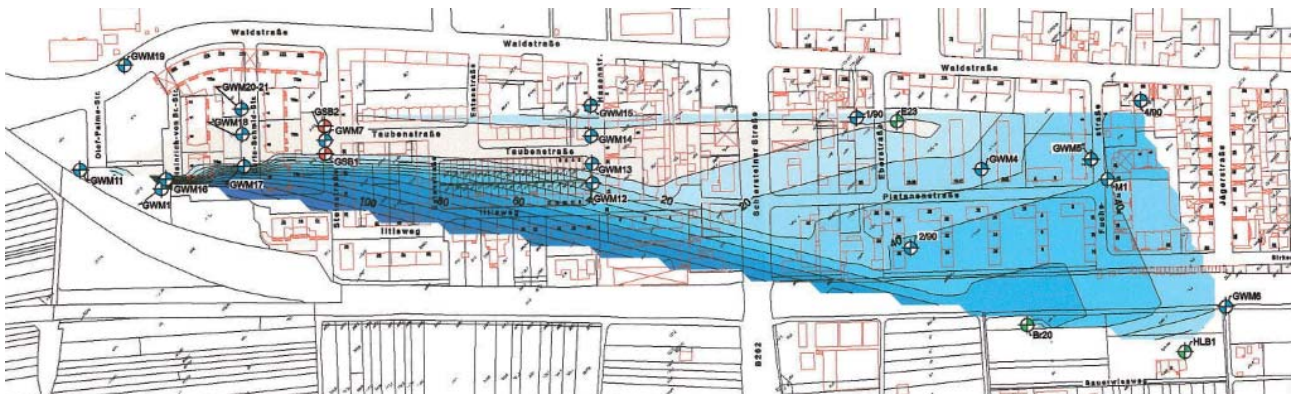


Abb. 7: Konzentrationsverteilung Trichlorethen.

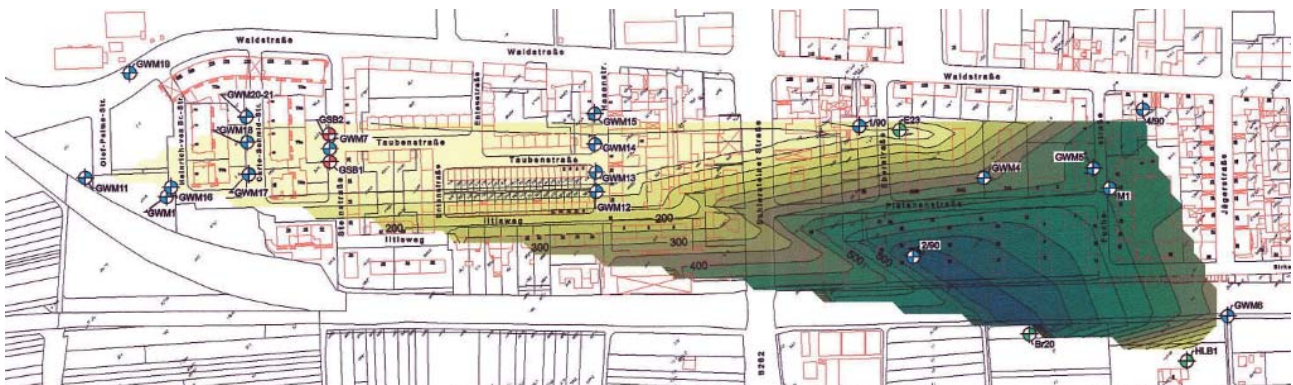


Abb. 8: Konzentrationsverteilung cis-1,2-Dichlorethen.

Weitere Feststellungen:

Hydraulische Sanierungsmaßnahmen sind nicht wirtschaftlich durchführbar. Das haben schon die „Pump and Treat“-Maßnahmen in den Jahren 1999–2002 gezeigt.

Zur flächendeckenden Beseitigung der CKW im Aquifer wäre die in situ Behandlung durch Schaffung eines reduktiven Milieus ein Lösungsansatz. Hierbei erfolgt, beispielsweise durch das Aufgeben von Zuckermelasse in den Aquifer, die reduktive Dechlorierung der CKW. Diese Methode ist jedoch noch wenig erforscht und bei einer gelösten Menge von ca. 35 kg CKW auf einer vergleichsweise großen Fläche zu aufwändig. Das gleiche gilt für die

Methode des Funnel & Gate. Hier müsste ein „Funnel“, also eine Spundwand von gut 290 m Breite vor die Fahne gesetzt werden. Sanierungsmaßnahmen sind also kaum wirtschaftlich durchzuführen.

Schutzgüter im Sinne von öffentlichen Wassergewinnungsanlagen sind nicht betroffen. Sehr wohl aber mehrere Gartenbrunnen. Den Besitzern der Gartenbrunnen wurden aber im Jahr 2004 entsprechende Nutzungsbeschränkungen gem. § 44 HWG aufgegeben.

Es erfolgt eine auf zunächst vier Jahre befristete weitere Überwachung ausgesuchter Messstellen.

7 Literatur

- [1] Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV) vom 30. Oktober 2005, StAnz. 45/2005 S. 4243
- [2] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): Handbuch Altlasten Band 3 Teil 7, „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen“, 2008, Bestellung: 0611/6939-113 (Telefax) oder vertrieb@hlug.hessen.de (E-Mail), www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm
- [3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, 2004, <http://www.lawa.de/pub/kostenlos/gw/GFS-Bericht-DE.pdf>
- [4] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen, 2006, http://www.lawa.de/pub/kostenlos/gw/Grundsätze_Nachsorge_.pdf
- [5] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle Band 19, „Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser“, 1996
- [6] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): EXCEL-Arbeitsblatt zum Handbuch Altlasten Band 3 Teil 7, „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen“, 2008, www.hlug.de/medien/altlasten/altlastenbearbeitung/grundwassersanierung.htm
- [7] I. Banz: Sanierung von Grundwasserverunreinigungen – Notwendig und mit verhältnismäßigem Mitteleinsatz möglich?, altlasten spektrum 2/2007

Mitglieder der Arbeitsgruppe:

Wolfgang Bernhardt	Regierungspräsidium Darmstadt
Marie-Anne Feldmann	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Thomas Golla	Kreisausschuss des Hochtaunuskreises
Werner Görisch	Regierungspräsidium Darmstadt
Fritjof Grimm	Regierungspräsidium Darmstadt
Jörg Hartmann	Regierungspräsidium Kassel
Dr. Klaus Haeckel	Regierungspräsidium Darmstadt
Dr. Dieter Kämmerer	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Berthold Meise	Regierungspräsidium Darmstadt
Tilman Oerter	Regierungspräsidium Gießen
Holger Strömmer	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
Michael Wolf	Regierungspräsidium Darmstadt
Volker Zeisberger	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Das Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz (FISBO) – Werkzeuge und Anwendungen

KLAUS FRIEDRICH

1 Grundlagen des Fachinformationssystems Boden/Bodenschutz

Die Aufgaben der Bodenkundlichen Landesaufnahme und des Bodenschutzes in der Hessischen Landesverwaltung erfordern die Verfügbarkeit großer Datenbasen und DV-gestützte Verwaltungsmechanismen und Auswertungsmethoden. Die Umweltministerkonferenz der Länder hat deshalb schon 1989 die Einrichtung von Bodeninformationssystemen in den Bundesländern empfohlen. Diese Empfehlung wurde im Bundesbodenschutzgesetz (§ 21 Abs. 4) präzisiert. Mit seiner Sitzung vom 27. September 2007 hat der Hessische Landtag das Hessische Altlasten- und Bodenschutzgesetz – HAlt-BodSchG – beschlossen, dass zum 1. November 2007 in Kraft getreten ist. Im Zweiten Teil „Bodeninformation, Datenschutz“ ist der Aufbau und die Führung des Bodeninformationssystems umfassend geregelt. Weitere rechtliche Grundlagen für den Aufbau eines Bodeninformationssystems sind im Hessischen Naturschutzgesetz, dem Hessischen

Landesplanungsgesetz sowie im Umweltinformationsgesetz integriert.

Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie sowie die für das Bodeninformationssystem zuständige Vorläuferinstitution, das Hessische Landesamt für Bodenforschung, sind schon seit 1991 mit dem Aufbau des FISBO betraut. Ab 1994 wurde mit der konkreten Realisierung des FIS in den Bereichen Datenbank und Graphische Datenverarbeitung begonnen.

Im Rahmen der mittlerweile umfassenden Arbeitsbereiche wurden FISBO-Teilprojekte und Fachprojekte in den vergangenen Jahren neu gegliedert. Das Fachinformationssystem hat sich damit von einer ursprünglich zentralen Anwendung zu einem vielschichtigen System mit Datenhaltung, -pflege und -auswertung sowie Modulen zur Datenpräsentation und Produktkonfektion weiter entwickelt.

2 Aufgaben und Ausrichtung des FISBO

Das FISBO ist zunächst das zentrale „Werkzeug“ zur Unterstützung der laufenden Arbeitsprojekte und zur Herstellung von Produkten der Bodenkundlichen Landesaufnahme, des vorsorgenden Bodenschutzes und zur Bewertung schädlicher Bodenveränderungen. Zu den zentralen Aufgaben gehört z. B. die Konzeption, Entwicklung und Betreuung von Fachanwendungssoftware, die Pflege von Datenbeständen und die Produkterstellung z. B. in Form von Kartenwerken, Datendiensten oder webbasierten Anwendungen.

Das FISBO entwickelt i. d. R. keine Werkzeuge für einzelne Projekte, sondern bietet den fachlichen Projekten möglichst Standardanwendungen an, die ggf. projektspezifische Erweiterungen tragen. Damit kommt dem FIS eine koordinierende Funktion zu, indem es Gemeinsamkeiten (Organisation, Datenstrukturen, Datenarten) zwischen den fachlichen Anforderungen der einzelnen Projekte isoliert und als bereichsübergreifendes „Werkzeug“ verfügbar macht. Trotz der sehr heterogenen Arbeitsbereiche und dem intensiven Einsatz der Datenverarbeitung, führt diese Vorgehensweise zu einer überschauba-

ren und pflegbaren Zahl von Werkzeugen und Datenbeständen.

Das FISBO muss also als organisatorische, koordinierende Einheit zwischen oder integriert in verschiedene Fachprojekte verstanden werden. Es sichert darüber hinaus den technischen Betrieb der benötigten DV-Werkzeuge für die Fachprojekte. Neben der technischen Projektbegleitung gewährleistet das FIS Boden/Bodenschutz die Datenbereitstellung und die Produkterstellung in Form von automatisierten Berichten, Karten oder z. B. interaktiver Internetanwendungen.

2.1 Fachprojekte mit FISBO-Beteiligung

Im Bereich Bodenschutz/Bodeninformation (Dez. G3, HLUG) werden alle Arbeitsprojekte strukturiert durch IT-Unterstützung durchgeführt. Bei allen größeren Projekten kommen so die zentralen Werkzeuge des FISBO zum Einsatz. Diese werden zusätzlich durch Standardanwendungen der allgemeinen

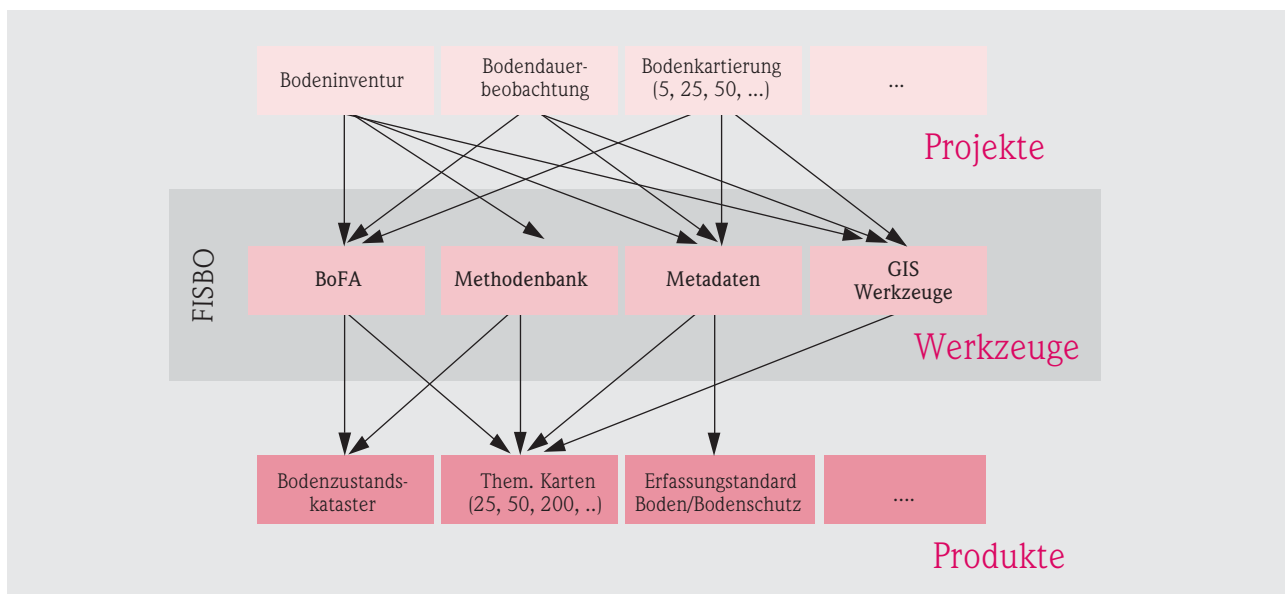


Abb. 1: Stellung des FISBO zwischen Projekten und Produkten der Bodenkundlichen Landesaufnahme und des vorsorgenden Bodenschutzes.

Bürokommunikation ergänzt. Als wichtige Arbeitsprojekte lassen sich folgende nennen:

- Erfassungsstandard Boden/Bodenschutz Hessen Erhebungs- und Anwendungsrichtlinien zur Bodenkundlichen Landesaufnahme, zum Bodenschutz und zu Schadensfällen
- Bodenkartierung und Pflege der Kartenwerke und Flächeninformationssysteme 1:5 000 bis 1:500 000
- Kartierung von Wasserschutzgebiete zur Bestimmung der Nitraustragsgefährdung
- Großmaßstäbige Bodenkartierung (BDF, Bodenschätzung, Bodenkundliche Wasserschutzgebietskartierung)
- Weinbaustandortkartierung, Weinbaustandortatlas, Weinbergsbodenkarte und WeinbaustandortViewer
- Bodeninventur und Bodenzustandskataster (Grundlagenerhebung zum Bodenzustand)
- Bodendauerbeobachtung
- Schadensfälle
- Bodenschutz in der Planung gemäß Abstimmung LABO
- EU Wasserrahmenrichtlinie
- Cross Compliance
- Auswertung von potenziellen Kompensationsflächen im Offenland (KompensationsVO)

Ein Teil der Projekte und die umfassende Dokumentation von Produkten finden sich auf der Webseite des HLUG (<http://www.hlug.de/medien/boden/fisbo>).

Neben den direkt durch das FISBO unterstützten Projekten werden Daten, Karten und Anwendungen auch in vielen weiteren Anwendungsbereichen eingesetzt:

- Geowissenschaftliche Forschung und Entwicklung an Universitäten
- Archäologie und Landesdenkmalpflege
- Kostenkalkulation von Trassen, Abschätzungen zur Grabbarkeit
- Gutachten und Beweissicherungsverfahren
- Forensik
- Umweltplanung
- Bauleitplanung bis Landesentwicklungsplanung

- Land und Fortwirtschaft (Planung und Precision-Farming)
- Natur- und Landschaftsschutz

2.2 Standardprodukte des FISBO

Bodenflächeninformation

Grundlage aller flächenbezogener Standortbewertungen sind die Bodenflächendaten des FISBO. Die z. T. im Ursprung aus analogen Kartenwerken hervorgegangen Daten liegen heute alle als Flächeninformationssysteme für spezifische Maßstabsbereiche vor. Schwerpunkt ist heute nicht mehr die Darstellung von Bodenkarten, sondern die Vorhaltung bodenfunktionaler Raumdaten. Für großmaßstäbige – also parzellenscharfe – Betrachtungen werden die Daten aufgrund der unterschiedlichen Anwenderansprüche und Datengrundlagen nutzungsspezifisch vorgehalten und ausgewertet. Die Bodenflächendaten liegen jeweils als Plotausgabe für Einzelthemen, Flächendaten und als Informationssystem vor. Zukünftig wird ein Großteil der Daten auch als Kartendienste im Internet (WMS) zur Verfügung stehen.

Bodenzustand und -monitoring

Für

- die flächenhafte Bewertung verschiedener Bodenfunktionen,
- die Ableitung von regionalen Hintergrundwerten,
- die Dokumentation des stofflichen und physikalischen Bodenzustandes sowie
- dessen zeitliche Entwicklung (Monitoring) und
- die Bewertung von schädlichen Bodenveränderungen

müssen umfassende Bodendaten im Rahmen einer allgemeinen Bodenerhebung oder zur Bewertung eines spezifischen Schadensfalles erhoben werden.

Diese Daten bilden die fachliche Grundlage für lokale bis landesweite Auswertungen. Sie sind damit Grundlage für Statistiken, Hintergrundszenerien, spezifische Kennwerte u. a.

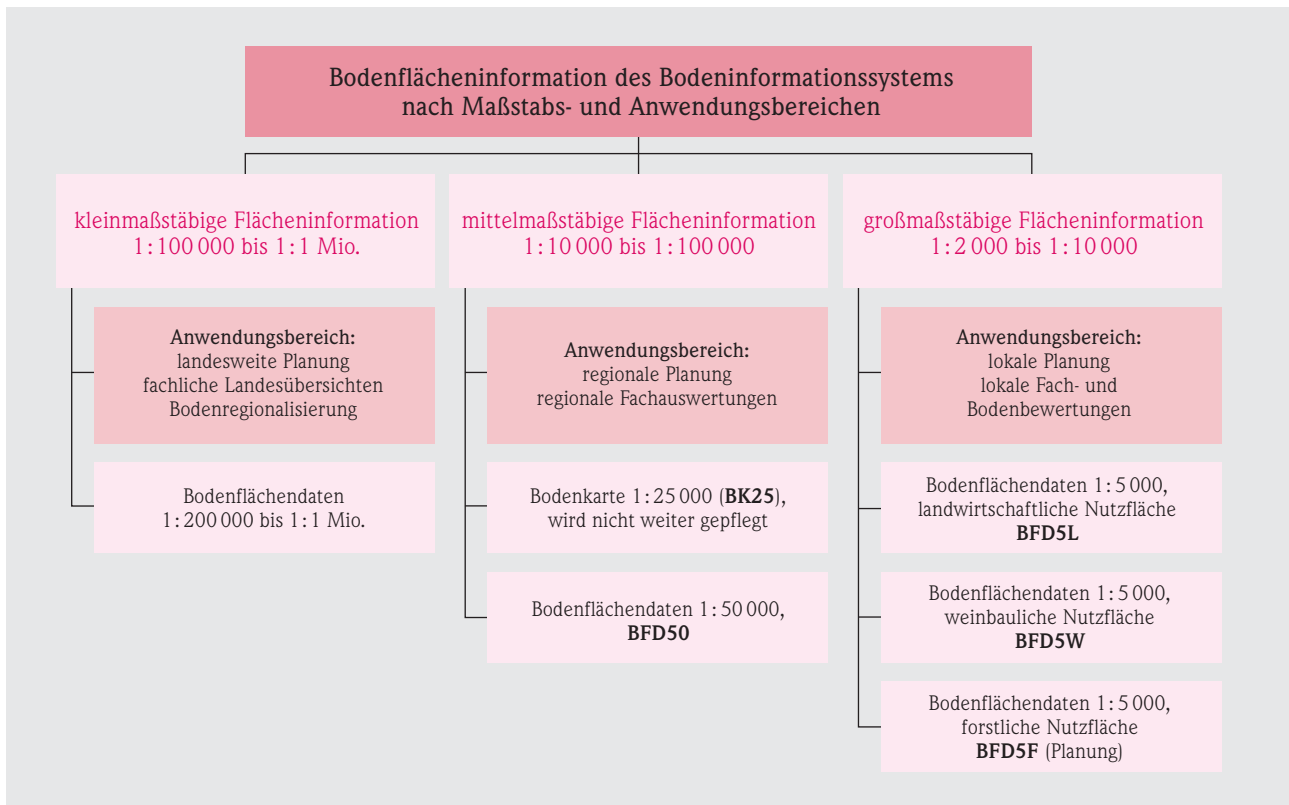


Abb. 2: Bodenflächendaten und ihre Anwendungen.

Anwendungen

Neben der Datenbereitstellung und der Vorhaltung interner Anwendung zur Auswertung der Daten werden spezifische Internetanwendungen aufgebaut. Ein Beispiel hierfür ist der WeinbaustandortViewer Hessen. Diese Internetanwendung wird von Forschung, Weinbauverwaltung, Rebenzüchtern, Weinbauern und dem Bürger zur Standortanalyse der hessischen Weinbaugebiete genutzt.

Die Anwendung kann dabei bis hin zu einer standortgerechten Empfehlung einer Unterlage für die Bestockung eingesetzt werden (<http://weinbaustandort.hessen.de/viewer.htm>). Allgemeine Bodeninformation kann zukünftig über den BodenViewer Hessen (<http://hessenviewer.hessen.de/boden>) abgerufen werden, der zurzeit im Aufbau ist.

3 Schnittstellen zu anderen Fachinformationssystemen

Die Daten des FISBO werden in verschiedenen Projekten des HMULV (z. B. Wasserschutzgebietsberatung, WRRL, Kompensationsverordnung) sowie der Abteilungen W, I und G des HLUG neben den originären Belangen der Bodenkundlichen Landes-

aufnahme und des Bodenschutzes verwendet. Die Projektfragestellungen, Anforderungen an Art, Qualität und Quantität der Bodendaten sind jeweils speziell. Daher erfolgt bislang eine individuelle Lieferung bzw. Bereitstellung nach Bedarf. Für die ein-

zelen Datenarten gibt es Standardausgabeformate oder es werden individuelle Formate bedient. Statische bzw. periodisch fortzuschreibende Datenprodukte werden als aggregierte Datenbestände

zugriffsberechtigten Dienststellen i. d. R. im Rahmen konfektionierter Datenprodukte oder als spezielle Auswertung verfügbar gemacht. In jüngerer Zeit erfolgt dies auch als Dienst über das Internet.

4 Ausblick

Die Datenstrukturen, Datenstand und Werkzeuge des FISBO sind bereits umfassen ausgebaut und verfügbar. Aufgrund der vielfältigen Datenlandschaft sind jedoch kontinuierliche Pflegemaßnahmen notwendig. Insbesondere das Einpflegen externer Datenbestände (z. B. Folie 042, ALK oder DGM) in die laufenden Anwendungen benötigt nicht zu unterschätzende Ressourcen.

Mit der technischen Entwicklung von webbasierten Diensten gilt es in den nächsten Jahren das Angebot an Daten und Anwendungen für vielfältige Aufgaben auszubauen. Mit dem Hessischen Altlasten- und Bodenschutzgesetz sind insbesondere die

Themenbereiche Bodenbeaufschlagung, Bodenschutz in der Planung und die Behandlung von schädlichen Bodenveränderungen mit Hilfe von Leitfäden und Verordnungen zu konkretisieren und mit webbasierten Kartendiensten direkt zu begleiten, die von der Bodenschutzverwaltung unmittelbar genutzt werden können.

Ein weiterer Aspekt ist die bessere Zusammenarbeit zwischen den Kompartimenten Altlasten, schädlichen „stofflichen“ Bodenveränderungen und vorsorgendem Bodenschutz. Hier gilt es Daten und Anwendungen unter dem Dach des Bodeninformationssystems zukünftig integrativ zusammen zu führen.

80 000 l Kraftstoff zum zweiten Mal gefördert Grundwassersanierung rund um ehemaliges US-Tanklager

HANS-JOACHIM FLECK & CHRISTIANE SCHÄFER

In Bad Hersfeld muss Mineralöl nicht durch die Raffinerie, hier wird der Kraftstoff direkt aus dem Erdreich gefördert. – Das klingt wie eine großartige technische Errungenschaft – in Wahrheit handelt es sich um eine Altlastsanierung, die in Hessen ohne Beispiel ist: Nach Ende des 2. Weltkrieges errichteten die US-Streitkräfte in Bad Hersfeld im Kreuzungsbereich von B 62 und BAB A 4 ein Tanklager für Kraftstoffe. Das ca. 400 Meter nördlich vom Eichhof gelegene Tanklager verfügte auch über einen Bahnanschluss für die Anlieferung in Kesselwagen. Es hatte eine Fläche von 6 500 Quadratmetern. Auf dem Gelände gerieten im Laufe des 40-jährigen Betriebs durch enorme Tropfverluste, Leckagen und Unfälle gravierende Mengen von Kraftstoff in den Untergrund, wo sie Boden und Grundwasser verunreinigten.

Etwa 500 Tonnen Kraftstoff befanden sich in Boden und Grundwasser – so das Ergebnis der Untersuchungen. Erst 1986 war durch einen Unfall mit Kesselwagen der Bahn schlagartig eine weitere große Menge Kraftstoff außerhalb des eigentlichen Tanklagers freigesetzt worden. Dadurch wurde der Schadensfall entdeckt. Sofortmaßnahmen verhinderten die Ausbreitung des Benzins mit dem Grundwasser in Richtung Fulda. Ergänzend wurden aufwändige und teure Sanierungsmaßnahmen erforder-

lich, die nach einer mehrjährigen Phase der Untersuchung und Planung 1996 beginnen konnten.

Es wurde eine Erfolgsgeschichte: 70 Tonnen – das sind ca. 80 000 Liter Kraftstoff – wurden bisher aus dem Untergrund geholt. Dazu wurden Grundwasser-Zirkulationsbrunnen auf dem Gelände des Eichhofs eingesetzt, die das Wasser abpumpen, reinigen und wieder in den Untergrund einbringen. Außerdem wurde der Kontaminationsschwerpunkt mit einer zehn Meter tiefen Rüttel-Schmalwand umschlossen und gesichert. Weitere Anlagen wurden zur Aufbereitung der Bodenluft installiert.

Weil in einzelnen Sanierungsbrunnen immer noch eine bis zu zwei Meter hohe Benzinschicht aufschwimmt, kommen zusätzlich noch Sanierungsbrunnen hinzu, um diese Benzinphase abzuschöpfen.

Aber noch immer befinden sich etwa 450 Tonnen Kraftstoff im Untergrund. Darum schätzen die Experten die Sanierungsdauer auf mindestens zehn weitere Jahre.

Bisher entstanden Kosten von viereinhalb Millionen Euro. Drei Viertel aller Kosten tragen die USA und ein Viertel der Bund.

Sanierung des Rüstungsaltsstandorts Hessisch Lichtenau-Hirschhagen – Ein Überblick –

JÜRGEN FEHL

1 Informationen zum Standort

Der heutige Ortsteil Hirschhagen liegt nordwestlich der Kernstadt von Hessisch Lichtenau im Werra-Meißner-Kreis, ungefähr 30 km südöstlich von Kassel. Hier entstand ab 1936 mitten in einem Waldgebiet der preußischen Forstverwaltung eine Sprengstofffabrik mit einer Gesamtausdehnung von insgesamt rd. 230 ha. Grundlage für die Standortwahl waren neben der Abgeschiedenheit von größeren Ansiedlungen der Wald zu Tarnungszwecken und die günstigen Voraussetzungen zur Wassergewinnung, welches zur TNT-Produktion in erheblichem Umfang benötigt wird. Die Produktion begann in 1938 und endete im Frühjahr 1945. Insgesamt wurden ca. 135 000 t TNT und ca. 7 000 t Pikrinsäure hergestellt. Nach dem Krieg erfolgten die Demon-

tage der technischen Anlagen sowie die Sprengung von ca. $\frac{1}{3}$ des Gebäudebestandes.

Ungeachtet der stofflichen Belastungen etablierten sich in den Nachkriegsjahren Wohn- und Gewerbenutzungen auf dem Gelände. Planungsrechtliche Festsetzungen wurden erstmalig im Jahre 2000 durch die sog. Abrundungssatzung getroffen, welche Industrie- und Gewerbe als zulässige Nutzung festlegt.

Derzeit sind ca. 80 Betriebe mit insgesamt 580 Arbeitsplätzen auf dem Gebiet ansässig, daneben bestehen ca. 60 Wohngebäude mit insgesamt 280 Bewohnern.

2 Entstehung des Schadens

Wesentliche Ursachen der Boden und Gewässerkontamination sind die Havarien und Handhabungsverluste während der Produktionsphase sowie die Ableitung unvollständig gereinigter Abwässer. Dar-

über hinaus wurde im Zuge der unsachgemäßen Demontage nach dem Krieg ein erhebliches Schadstoffpotential freigesetzt. Durch Sprengungen als auch nachkriegszeitliche Bautätigkeit wurden die

Schadstoffe nochmals verlagert. Auch das mit einer Gesamtlänge von über 35 km sehr umfangreiche Kanalnetz war erheblich mit Schadstoffen beaufschlagt und hat nachfolgend zu deren Verteilung beigetragen.

Die wesentlichen Schadparameter des Standortes sind das Trinitrotoluol einschließlich seiner Vor-, Zwischen- und Abbauprodukte. Diese Stoffe gehören zur Gruppe der sogenannten „Nitroaromaten“. Als untergeordnete Schadparameter treten PAK auf. Sie entstanden in Form von Teerölen bei der Energieerzeugung in den drei Gasgeneratorenhäusern oder wurden in Baustoffen, wie z. B. teerpechhaltigen Straßenbelägen oder Gebäudebeschichtungen verwendet.

3 Erkundung

In den folgenden Jahren erfolgten unter Leitung von Wasserwirtschaftsamt und Regierungspräsidium Kassel weitere Untersuchungen sowie die Errichtung einer Wasseraufbereitungsanlage, nachdem eine Reihe von Brunnen die Erkenntnis brachte, dass es eine erhebliche Grundwasserbeeinträchtigung gibt. Seit 1989 wird am Standort Grundwasser gefördert und abgereinigt.

Im Jahre 1992 wurde das Projekt vom Land Hessen an die HIM GmbH übertragen. Unter ihrer Regie erfolgte in mehreren Stufen die flächenhafte Bodenerkundung. Insgesamt wurden ca. 10 500 Sondierungen niedergebracht.

Ein großes Aufgabengebiet neben der Bodenerkundung war die Untersuchung und Reinigung des umfangreichen Kanalnetzes, aus welchem in einzelnen Abschnitten kristallines TNT geborgen werden musste.

Aufgrund ihrer Löslichkeit sind Teile der Nitroaromatenbelastung in das Grundwasser gelangt und haben sich dort recht weiträumig ausgebreitet, so dass in den 60er und 70er Jahren in der näheren Umgebung mehrere Trinkwassergewinnungsanlagen geschlossen werden mussten. Im zeitlichen Zusammenhang wurden dann erste Maßnahmen z. B. die Räumung einzelner Becken am Standort auf Basis des Abfallrechtes behördlich angeordnet und durchgeführt.

Mit steigendem Umweltbewusstsein zu Beginn der 80er Jahre und insbesondere durch eine Diplomarbeit im Jahre 1984 wurden eine gesamtgesellschaftliche Bearbeitung des Schadensfalles und somit weitere Untersuchungen angestoßen.

Im Hinblick auf die Durchführung der Analytik, sowie die Bewertung der Ergebnisse war zunächst Grundlagenarbeit zu leisten. Gemeinsam mit dem Rüstungsaltsstandort Stadtallendorf und dem HLUG konnten Analyseverfahren standardisiert und Sanierungszielwerte festgelegt werden. Vorausgegangen waren umfangreiche toxikologische Gutachten, sowie eine breite Öffentlichkeitsbeteiligung. Um eine entsprechende Akzeptanz der Sanierung und der Zielwerte zu erreichen, wurde die Ableitung der Werte sowie die gesamte Sanierungsstrategie intensiv mit dem Projektbeirat diskutiert, welcher sich aus Vertretern der Bewohner, der Gewerbetreibenden, verschiedener Bürgerinitiativen sowie Umwelt- und Naturschutzverbänden zusammensetzt.

Innerhalb der Stoffgruppe der Nitroaromaten wurden insgesamt zehn Einzelstoffe als wesentlich identifiziert. Auf diese zehn Stoffe werden Boden- und Wasserproben i. d. R. analysiert, dabei erfolgt

für die Bewertung des Belastungspfades Boden–Mensch über Umrechnung in Toxizitätsäquivalente eine Zusammenfassung der Einzelstoffe zu einem Summenparameter.

Im Ergebnis der flächenhaften Erkundung konnten zunächst 17 sanierungswürdige Bereiche, sogenannte Sanierungsareale identifiziert werden. Die

außerhalb der Sanierungsareale liegenden Grundstücke konnten anhand der Erkundungsergebnisse sukzessive durch das Regierungspräsidium Kassel bewertet und überwiegend aus dem Altlastenverdacht entlassen werden. Das Ergebnis der Grundstücksbewertung wurde jedem Eigentümer in Form eines Bewertungsbogens mitgeteilt.

4 Sanierung

Für die sanierungswürdigen Areale wurden ab 1998 bis 2008 Sanierungspläne erstellt und nachfolgend die Sanierung durchgeführt. Übergeordnete standortbezogene Festlegungen sind in einem Rahmensanierungsplan zusammengefasst.

Die grundlegende Sanierungskonzeption ist die Dekontamination. Diese wird i. d. R. durch konventionellen Bodenaustausch erreicht. Besonders tief liegende Bodenbelastungen wurden in einem Fall durch Großlochbohrungen bis in 11m Tiefe entfernt. Da bei diesem Schaden das Mononitrotoluol als Hauptschadparameter auftrat, waren umfangreiche Emissionsschutzmaßnahmen, sowie ein unmittelbarer Abtransport der ausgebohrten Böden in gasdichten Deckelcontainern erforderlich.

Üblicherweise werden die ausgekofferten Böden zunächst in das am Standort eigens für die Sanierung errichtete Einstufungs- und Bereitstellungslager transportiert und dort abfallrechtlich deklariert, teilweise vorbehandelt (Brechen/Klassieren) und dann über den jeweiligen Entsorgungsweg entsorgt.

Die wesentlichen Entsorgungswege sind die thermische Bodenreinigung, der Bergversatz und für geringer belastete Böden die deponietechnische Verwertung zur Oberflächenprofilierung und die Abdeckung einer Kalihalde.

Insgesamt wurden bis Ende 2007 über 163 000 t belasteter Boden vom Standort entfernt.

Neben der Dekontamination wurden in Einzelfällen Sicherungselemente gebaut. Hierbei kamen von der einfachen Übererdung zur Unterbindung des Direktpfades Boden–Mensch bis hin zum qualifizierten Einbau einer Kunststoffdichtungsbahn und darüberliegender Rekultivierungsschicht diverse Techniken zum Einsatz. Z. B. wurde der Außenbereich eines Industrieunternehmens durch Asphalt versiegelt. Diese Fläche dient zugleich als Lagerfläche für das Unternehmen und als Sicherung für die darunterliegenden Belastungen.

Eine besondere Sicherungstechnik wird im Spätsommer 2008 zur Sanierung eines belasteten Bachabschnittes des Rohrbaches zum Einsatz kommen. Der Rohrbach diente während der Produktionszeit zur Ableitung von ungereinigtem Abwasser. Hierdurch wurde insbesondere das Sediment des Bachbettes verunreinigt. Aufgrund dessen wurde in den Jahren 1998 und 1999 bereits in zwei Gewässerabschnitten ein Bodenaustausch durchgeführt. Der dazwischenliegende Abschnitt liegt in einem engen Kerbtal, ist nur schwer zugänglich und wurde bezüglich der Bearbeitung zunächst zurückgestellt. Die Hauptgefährdung dieses Bereiches geht von der permanenten Verlagerung der belasteten Sedimente

in die darunterliegende Ortschaft Waldhof und den dort bereits sanierten Rohrbachabschnitt aus. Um dies zu unterbinden wurden diverse Varianten geprüft. Als Sanierungsvariante wurde die Immobilisierung des gesamten Bachbettes durch Injektion von Zementsuspension und Aufschüttung eines neuen Bachbettes aus autochthonem Gestein ausgewählt. Hierdurch können ca. 35 % der Kosten eines Bodenaustausches eingespart werden.

Eine weitere beachtenswerte Sanierungstechnik, die am Standort angewandt wurde, war die Entfernung von pastösem Teeröl aus dem Keller eines Gasgeneratorenhauses durch Vereisung mit Trockeneis und anschließende Entnahme mittels Baggerschaukel. Mit diesem Verfahren konnten zwei positive Aspekte vereint werden; keine Massenerhöhung durch das Einbringen anderer Stoffe zur Erreichung einer bestimmten Konsistenz, minimale gasförmige Emissionen und somit Einsparung kostenintensiver Schutzmaßnahmen.

Als letzte Bodensanierungsmaßnahme wird Ende 2008/Anfang 2009 die Sanierung der so-

genannten Schleifschlammmhalde durchgeführt. Hier handelt es sich um eine nachkriegszeitliche Auffüllung mineralischer Abfälle aus der Kunststeinproduktion. Die im Wesentlichen unbelasteten Schleifschlämme wurden mittels Rohrleitungen in hierfür errichtete Polder gespült. In dem so überdeckten Bereich befand sich ehemals der sogenannte Brandplatz. Hier wurden zur Zeit der Rüstungsproduktion Fehlchargen verbrannt und Abfälle deponiert. Im Rahmen der Erkundung wurde hier ein Schadstoffinventar von über 14 000 kg Nitroaromaten ermittelt. Die Überlagerung mit bis zu 14 m Schleifschlamm, welcher thixotrope Eigenschaften aufweist, ist ein großes bautechnisches Problem, dessen planerische Lösung derzeit ansteht. Mit Durchführung dieser letzten Bodensanierungsmaßnahme am Standort Rüstungsaltsandort Hessisch Lichtenau Hirschhagen/Waldhof wird die Bodensanierung endgültig abgeschlossen. Das für das Gesamtprojekt bis zum Ende 2009 benötigte Finanzvolumen wird dann über 100 Mio. Euro betragen, welches durch das Land Hessen bereitgestellt wurde.

5 Ausblick

In den Jahren nach 2009 wird die Erfassung und Reinigung des belasteten Grundwassers noch viele Jahre fortzuführen sein. Der tatsächliche Verlauf der Schadstoffentwicklung im Grundwasser kann nicht sicher vorhergesagt werden. Es besteht jedoch die begründete Hoffnung, dass sich nach Entfernung der Schadstoffquelle durch die weitgehende Dekontamination des Standortes mittel- bis langfristig günstigere Verhältnisse im Abstrom einstellen, so dass neben der bereits laufenden pump and treat-Maßnahme auch die natürlichen Abbauprozesse verstärkt zur Sanierung des Grundwassers beitragen. Dies zu untersuchen, zu bewerten und in die Sanie-

rungskonzeption einzubeziehen wird Aufgabe der nächsten Jahre sein.

Losgelöst hiervon kann an der sanierten Oberfläche die Entwicklung des Gewerbe- und Industriegebietes voranschreiten, nachdem durch die Sanierung entsprechende Investitionshemmnisse entfernt wurden.

Dabei wird die günstige Lage zur im Bau befindlichen A 44 die Standortentwicklung voraussichtlich begünstigen.

ANAG – Chancen für den Anwender

THILO SPRINGER-GREVE

ANAG – Was ist das?

ANAG ist die Abkürzung für die „Analysedatei Altlasten und Grundwasserschadensfälle“ – sprich eine Datenbank für Analysenergebnisse. Die Datenbank ist ein Modul des „Fachinformationssystems Altflächen und Grundwasserschadensfälle“, kurz „FIS AG“. Realisiert wurde FIS AG unter dem hessischen Umweltmanagement- und Informationssystem HUMANIS.

Wie der Name bereits sagt, sollen in ANAG Analysedaten gespeichert werden. Da aber das reine Speichern von Analysedaten für deren Auswertung nicht ausreicht, werden weitere Daten in ANAG gespeichert. Dies und was das Programm dem Anwender für Hilfestellungen geben kann, wird hier kurz dargestellt. Eine Einschränkung muss noch gemacht werden – ANAG ist derzeit ausgelegt für die Speicherung von Wasseranalysewerten. Für Bodenwerte gibt es (noch) keine Eingabemöglichkeiten.

Neben den Analysedaten werden in ANAG noch weitere Daten, die für die Beurteilung der Analysen wichtig sind, erfasst. Die wichtigsten Daten sind:

- Messstellenstammdaten, z. B. Lage in Rechts- und Hochwert, Pegeloberkante, Ausbautiefe, Filterstrecken, Durchmesser, Ausbaumaterial, ...
- zur Probennahme, z. B. Datum, Probenahmetiefe, Probenahmeart, physikalische Leitparameter, ...

- zu Pumpversuchen, insbesondere den daraus ermittelten kf-Wert des Aquifers
- zu gemessenen Grundwasserhöhen
- zum Probenehmer und Labor

Die Lage und die Art der Messstellen werden im grafischen Informationssystem (GIS), das zum FIS AG gehört, in zwei Layern dargestellt. Wird eine Messstelle ausgewählt, können die Stammdaten der Messstelle angezeigt werden. Derzeit ist das GIS noch statisch, das heißt, die Karten werden nur in festen Rhythmen aktualisiert. Ein direkter Zugriff über das GIS zu den gespeicherten Daten ist derzeit noch nicht möglich.

Trotzdem hat ANAG viele Möglichkeiten, den Anwender in seiner Tätigkeit zu unterstützen, vorausgesetzt die Daten sind gespeichert.

Dies zeigen die folgenden drei Beispiele, die aus meiner täglichen Arbeit stammen. Es sind Beispiele, die tatsächlich so wie sie hier abgebildet sind, verwendet wurden!

Alle Beispiele wurden mit Daten aus einem Industriegebiet in Frankfurt realisiert. In ANAG sind alle Messdaten von 1987 bis 2006/2007 gespeichert. Aktuelle Daten liegen z. T. noch als Datei vor und werden noch vom HLUG eingespielt (importiert).

Kleinere aktuelle Gutachten mit wenigen Daten müssen noch von Hand eingegeben werden.

Beispiel 1

Hier geht es um die Darstellung eines Schadensfalles bei einer Besprechung mit dem Sanierungspflichtigen. Mit mehreren Bildern wurde die Schadstoffverteilung über sein Grundstück dargestellt. Hierzu wurden die Messdaten über den Bericht „Zeitreihen“ in ANAG ausgewertet. Die gesuchte Messstelle, der gewünschte Zeitraum und die benötigten Analyseparameter wurden im Berichtsfilter eingetragen. Der Bericht übergibt die entsprechenden Analyseparameter samt allen benötigten Daten an das Programm Excel. Mit Hilfe von Excel wurden die Daten in eine grafische Form umgesetzt. Diese

Grafiken konnten in der Besprechung mit dem Sanierungsverantwortlichen zur Verdeutlichung des Sachverhaltes verwendet werden (siehe Abb. 1). Zusätzlich wurde aus dem GIS die Karte mit der Lagerdarstellung der Messstellen eingebunden, um die räumliche Verteilung der Schadstoffe darzustellen.

Beispiel 2

Hierbei handelt es sich um einen Bauantrag, zu dem Stellung genommen werden sollte. In dem Antrag wurde auch ein Bemessungswasserspiegel angegeben, der für die Planung herangezogen wurde. Dieser berücksichtigte Wasserspiegel beruhte auf kurzzeitigen Messungen. Eine Überprüfung einiger Daten in ANAG ergab, dass dieser Wasserspiegel zu niedrig angesetzt war. Um dem Bau-

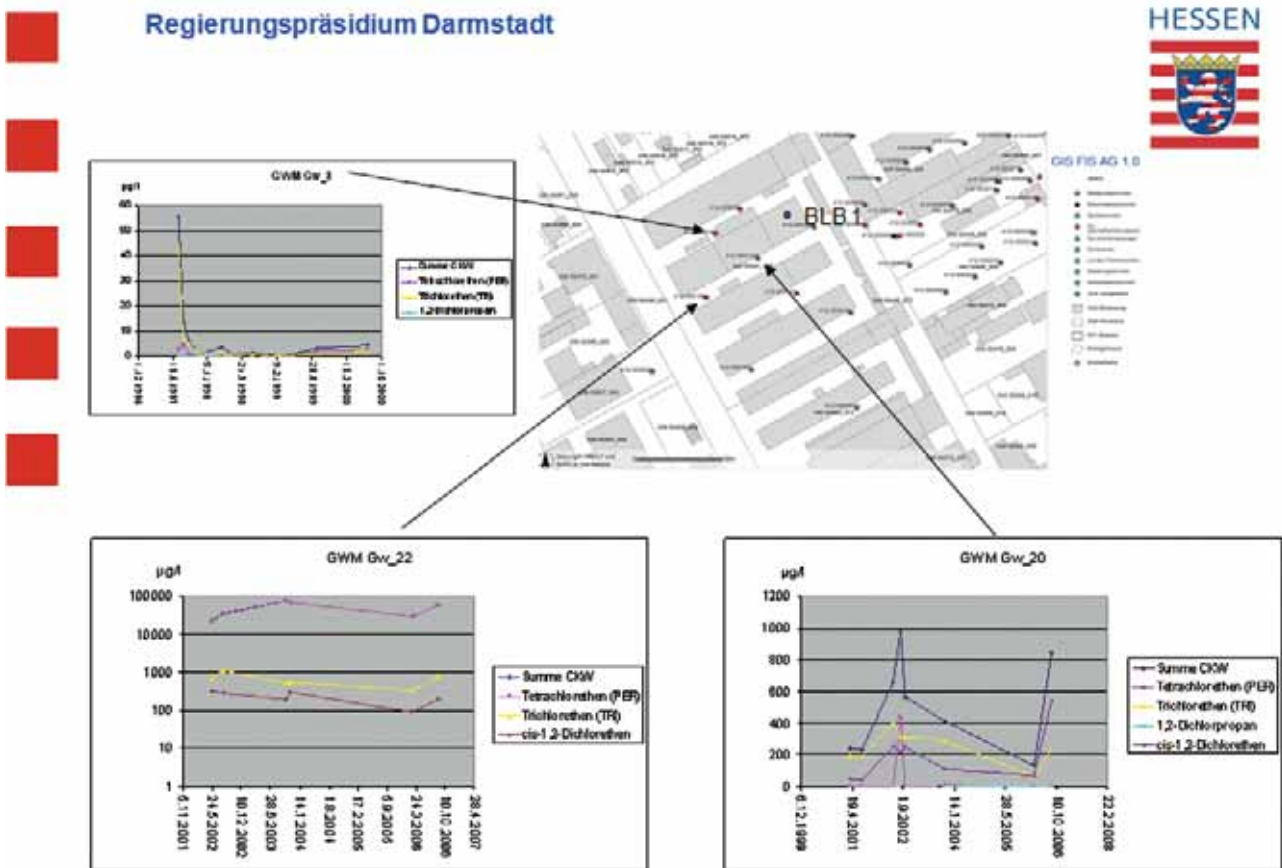


Abb. 1: Darstellung Schadensfall.

herrn dies zu verdeutlichen, wurden wieder über den Bericht Zeitreihe die gespeicherten Wasserspiegelmessungen ausgewertet. Im Gegensatz zu dem letzten Beispiel wurden hier alle Daten im Umfeld um einen gewählten Punkt ausgewertet. Das Ergebnis wurde wieder in einer EXCEL-Grafik dargestellt, das der Bauaufsicht und dem Bauherrn zur Verfügung gestellt wurde. Nicht die klassische Aufgabe der Altlastenbehörde aber ein kleine Dienstleistung für den Antragsteller (siehe Abb. 2).

Beispiel 3

In einem größeren Umfeld sind Auffälligkeiten mit PAK im Grundwasser gemessen worden. Die Daten stammen aus unterschiedlichen Zeiten und es ist nicht eindeutig klar, ob es einen oder mehrere

Verursacher gibt. Um dies behördenintern zu prüfen, wurden mit dem Bericht Zeitreihen wieder die relevanten Messdaten in einem gewählten Zeitraum ermittelt. Die an Excel übergebenen Daten wurden in verschiedenen Grafiken dargestellt und dann beurteilt. Als Ergebnis zeigte sich, es sind sehr wahrscheinlich drei oder mehr Verursacher vorhanden (siehe Abb. 3).

Fazit:

- Neben der einfachen Ansicht von Messdaten bietet die Datenbank Tools, die die Auswertung von größeren Messdatensätzen erleichtern.
- Es ist deshalb sinnvoll, für bestimmte, ausgewählte Gebiete auch alle Altdaten in ANAG zu erfassen.

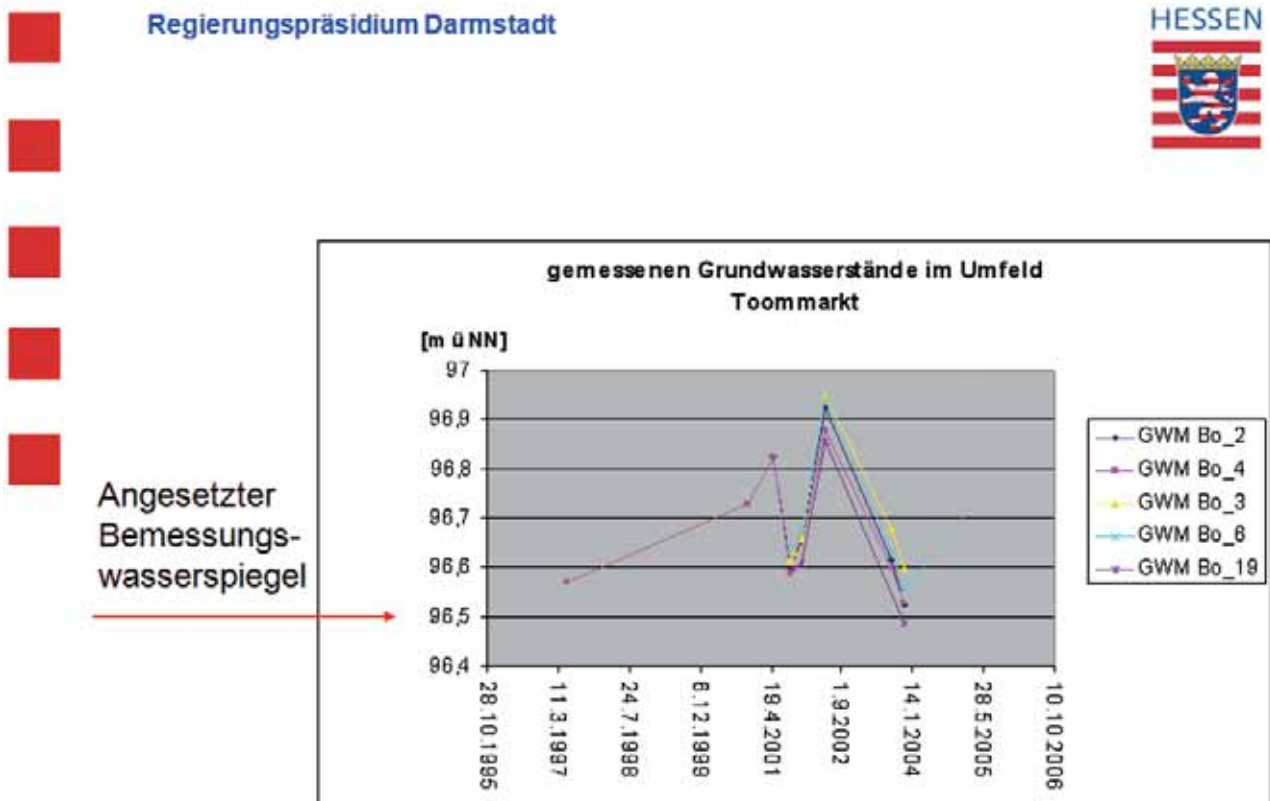


Abb. 2: Grundwasserganglinien.

Regierungspräsidium Darmstadt

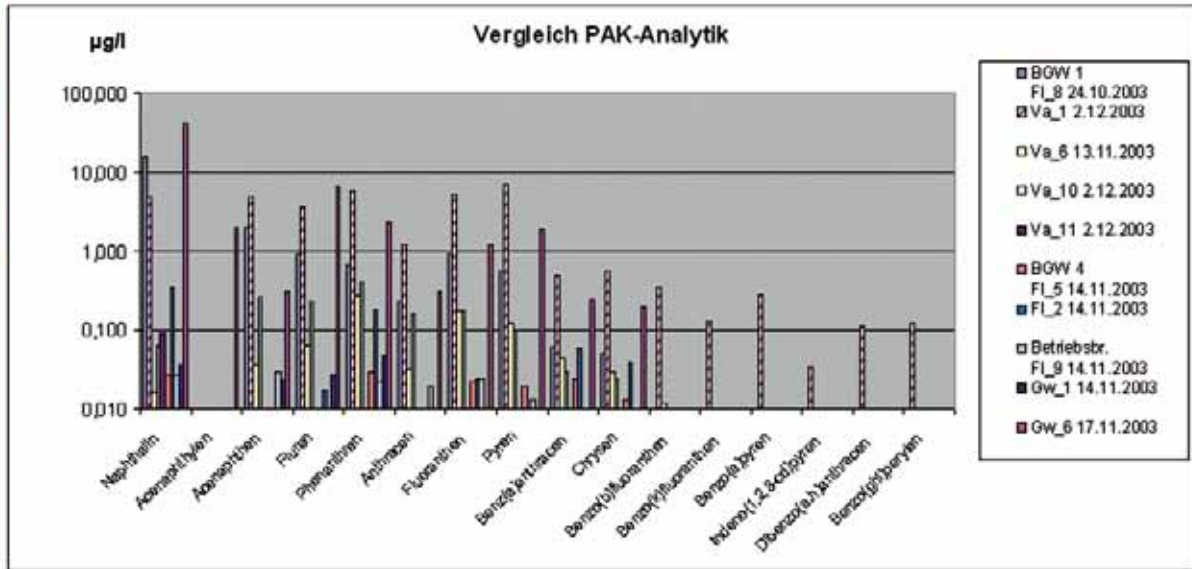


Abb. 3: Verursachersuche.

Wünsche für die Zukunft:

- Wichtig für die weitere Pflege der Daten ist die Realisierung des Eingabemoduls für Externe. Dann ist jedes Ingenieurbüro oder Labor in der Lage, die ermittelten Analysedaten direkt in die Datenbank einzuspielen.
- Kurzfristig soll die automatische Erzeugung von Standardgrafiken per „Knopfdruck“ die Arbeit vereinfachen.
- Der dynamische Zugriff auf die Daten über das GIS

Durchströmte Reinigungswände – Kriterien zur Auswahl des Wandtyps

HERMANN SCHAD

1 Einleitung

Durchströmte Reinigungswände sind passive Verfahren zur in situ-Sanierung von kontaminierten Standorten. Sie basieren auf einem Filtereffekt und verhindern oder reduzieren die Ausbreitung von gelösten Schadstoffen mit dem Grundwasser. Der Filtereffekt entsteht dadurch, dass reaktive Materialien die Schadstoffe physikalisch, chemisch und/oder biologisch zurückhalten bzw. chemisch oder biologisch abbauen. Die Entwicklung dieser Verfahren begann vor nahezu zwei Jahrzehnten in Nordamerika und basiert auf den praktischen Erfahrungen bei Grundwassersanierungsmaßnahmen, wonach insbesondere bei Verunreinigungen des Grundwassers durch gering lösliche, hydrophobe organische Schadstoffe bei Anwendung konventioneller, sogenannter Pump-and-Treat-Verfahren (P&T), häufig nach Sanierungszeiträumen von mehreren Jahren bis Jahrzehnten keine zufriedenstellenden Abreinigungen erreicht werden konnten. In der englischsprachigen Literatur werden sie vorwiegend als permeable reactive barriers (PRB) bezeichnet. In Deutschland werden durchströmte Reinigungswände seit ca. 10 Jahren in der Sanierungspraxis angewendet und über das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben RUBIN (Reinigungswände und -barrieren im Netzwerkverbund) des Bundesministeri-

ums für Bildung und Forschung (BMBF) öffentlich gefördert. Im Rahmen dieses F&E-Vorhabens wurde ein Handbuch zur Anwendung von durchströmten Reinigungswänden zur Sanierung von Altlasten [1] erstellt. Die nachfolgenden Ausführungen sind teilweise dem Handbuch entnommen bzw. geben Inhalte daraus in verkürzter Form wieder.

Bei der Anwendung von durchströmten Reinigungswänden geht man i.d.R. von einem Sanierungszeitraum von mehreren Jahren bis Dekaden aus. Dies bedeutet, dass eine Reinigungswand über einen beträchtlichen Zeitraum wirksam sein muss und dies möglichst ohne Eingriffe während der Betriebsdauer. Aufgrund ihrer Positionierung im Grundwasserabstrom von kontaminierten Standorten zielen Reinigungswände nicht direkt auf die Schadstoffquelle ab. Sie unterbinden vielmehr die Ausbreitung der Schadstoffe über den Wasserpfad und sind daher als Sicherungsmaßnahme einzustufen. Die Durchströmung von Reinigungswänden erfolgt passiv, d.h. ohne Energieeinsatz allein aufgrund des natürlichen Potentialgefälles des Grundwassers. Das Funktionsprinzip ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

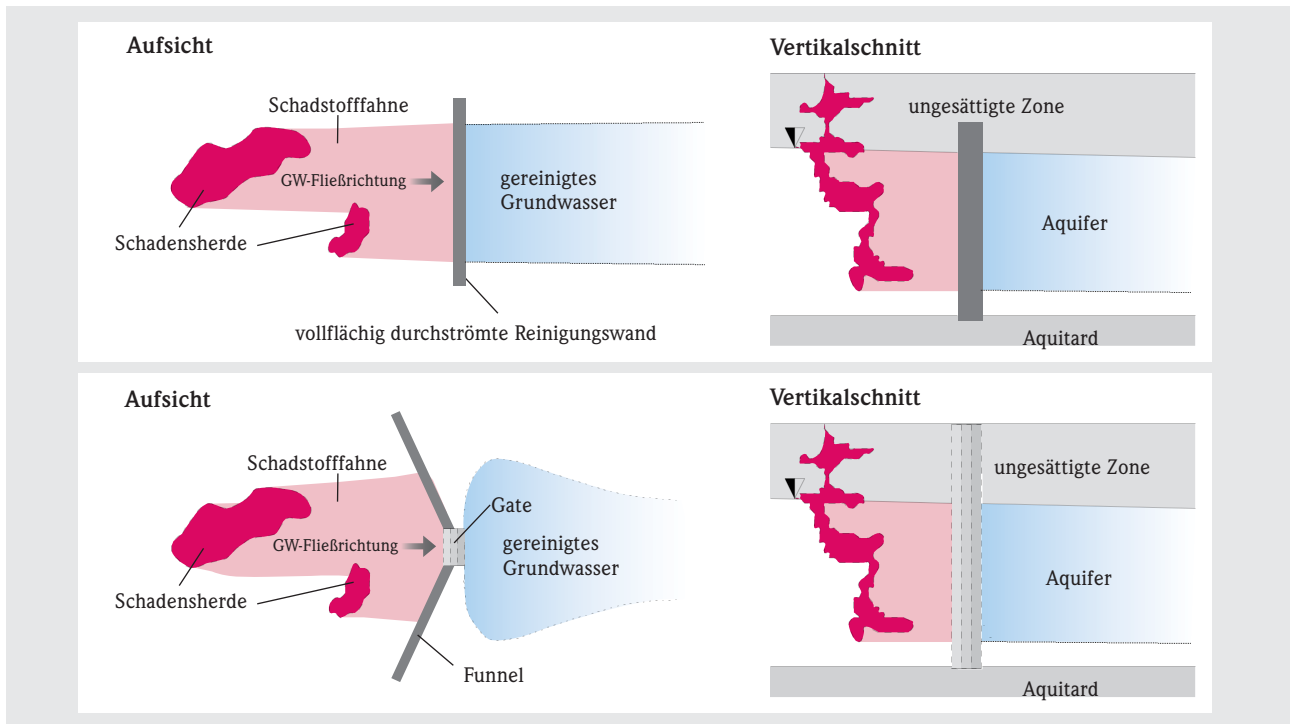


Abb. 1: Funktionsprinzipien von durchströmten Reinigungswänden.

2 Prinzip durchströmter Reinigungswände

2.1 Definition

Basierend auf früheren Definitionen durch die USEPA bzw. die UK Environmental Agency wurden durchströmte Reinigungswände in [1] wie folgt definiert:

Eine durchströmte Reinigungswand ist eine ingenieurtechnisch geplante und bautechnisch im Untergrund errichtete Behandlungszelle aus reaktivem Material (reaktiven Materialien) zur in situ-Reinigung von kontaminiertem Grundwasser. Sie ist derart platziert und konstruiert, dass der kontaminierte Grundwasserstrom allein aufgrund des natürlichen Potentialgefälles durch die reaktiven Medien strömt und die Schadstoffe während der Passage durch physikalische, chemische und/oder biologische Prozesse in für das Grundwasser akzeptable Substanzen transferiert oder in ausreichendem Maße reduziert werden. Eine durchströmte Reinigungswand hat einen ver-

nachlässigbaren Einfluss auf den Grundwasserabstrom vom Standort.

2.2. Einsatzbereiche für durchströmte Reinigungswände

Durchströmte Reinigungswände sind insbesondere für kontaminierte Standorte geeignet, an denen eine schnelle Sanierung z. B. durch aktive hydraulische P&T-Maßnahmen oder eine Entfernung des Schadensherdes technisch nicht möglich oder unverhältnismäßig ist. Dies ist vor allem dann gegeben, wenn es sich bei den Schadstoffen um hydrophobe organische Substanzen mit einer geringen Wasserlöslichkeit handelt (z. B. LCKW und PAK) und diese als separate Phase im Untergrund vorliegen. Es können aber auch Grundwasserverunreinigungen mit anorganischen Schadstoffen (z. B. Chromat

oder Arsen) mit durchströmten Reinigungswänden saniert werden.

Im Gegensatz zu den Schadensherdsanierungsmaßnahmen sind bei durchströmten Reinigungswänden keine detaillierten Kenntnisse über den bzw. die Schadensherde erforderlich. Entscheidend für eine ausreichende Dimensionierung und die richtige Positionierung einer durchströmten Reinigungswand sind die Schadstoffkonzentrationen oder -frachten im Bereich der geplanten Reinigungswand und deren zeitliche und örtliche Variabilität. Breite und Tiefe der Schadstofffahne sind daher möglichst exakt zu erkunden. Daneben sind durchströmte Reinigungswände prinzipiell auch zur Sanierung von abgerissenen Fahnen oder als prophylaktische Maßnahme zum Schutz von sensiblen Grundwassernutzungen geeignet.

Die wichtigsten Vorteile von durchströmten Reinigungswänden gegenüber P&T-Verfahren sind:

- die Reinigung des GW geschieht unterirdisch (kein Kontakt mit den Schadstoffen) und passiv (kein dauerhafter Energieeinsatz notwendig)
- i. d. R. geringe Betriebskosten
- Standortnutzung ist nicht bzw. allenfalls geringfügig eingeschränkt (keine oberirdischen Anlagen)
- einfaches und robustes Verfahren
- Kontaminanten werden entfernt
- schont Grundwasserhaushalt
- zur langfristigen Standortsicherung ausgelegt

2.3. Konstruktionsprinzipien für durchströmte Reinigungswände

Im Wesentlichen lassen sich zwei Konstruktionsprinzipien für durchströmte Reinigungswände unterscheiden (vgl. [1]):

- vollflächig durchströmte Reinigungswände (continuous reactive barriers – CRB)
- durchströmte Reinigungswände mit gelenktem Grundwasserstrom, z. B. Funnel-and-Gate Systeme (F&G) oder Drain-and-Gate Systeme (D&G)

Grundsätzlich ist in jedem Einzelfall zwischen einer CRB und einer Reinigungswand mit gelenktem Grundwasserfluß (F&G oder D&G) abzuwägen. Für die diesbezügliche Entscheidung sind zwei Fragen von wesentlicher Bedeutung:

- Muss das reaktive Material während der Laufzeit der Reinigungswand regelmäßig ausgetauscht werden bzw. ist für den Austausch ein stand-sicheres Reaktorbauwerk erforderlich?
- In welchem Verhältnis steht das zur Abreinigung des kontaminierten Grundwassers notwendige Volumen an reaktivem Material zur Querschnittsfläche der zu behandelnden Schadstoff-fahne?

Im Falle eines regelmäßigen Austausches des reaktiven Materials, vor allem wenn zu dessen Aufnahme ein auch im entleerten Zustand standsicheres Bauwerk notwendig ist, wird sich im Regelfall eine Reinigungswand mit gelenktem Grundwasserfluss anbieten. Geht man dagegen von einer langen Standzeit des reaktiven Materials aus, sollte eine CRB in Betracht gezogen werden, da dann bei Erschöpfung der Funktionsfähigkeit der Reinigungswand ggf. die Errichtung einer neuen Wand, sofern zur Standortsicherung weiterhin erforderlich, die bessere und kostengünstigere Variante darstellt.

Ganz wesentlich für die Auswahl des Typs der Reinigungswand ist die Menge des benötigten reaktiven Materials. Da die Kosten hierfür nicht unerheblich sind, wird die eingesetzte Menge an reaktivem Material nach den Anforderungen für eine vollständige Abreinigung bemessen. Dies kann aber bedeuten, dass eine gleichmäßige Verteilung des reaktiven Materials über die gesamte Breite und Tiefe der Schadstofffahne aus technischen Gründen nicht praktikabel bzw. möglich ist. Nur wenn bei einer gleichmäßigen Verteilung des reaktiven Materials über die gesamte Breite und Tiefe der Schadstofffahne eine gewisse Mindestdicke, die sich aus den eingesetzten Bauverfahren ergibt, eingehalten werden kann, ohne dass ein Vielfaches der zur Abreinigung erforderlichen Menge an reaktivem Material eingesetzt wird, wird eine CRB auch ökonomisch vorteilhaft gegenüber einer Reinigungs-

wand mit gelenktem Grundwasserstrom sein. Eine Möglichkeit zur Kostenreduzierung besteht in der Mischung des reaktiven mit inertem Material, um einerseits die hydraulischen Vorteile von CRB zu nutzen und andererseits die Menge an reaktivem Material niedrig zu halten. Allerdings ist eine „Verdünnung“ des reaktiven Materials nur in begrenztem Umfang sinnvoll.

2.4. Anforderungen an durchströmte Reinigungswände

Eine durchströmte Reinigungswand muss zum einen die Schadstofffahne über deren gesamte Breite und Tiefe erfassen und zum anderen die Schadstoffe im erforderlichen Umfang aus dem hindurchströmenden, belasteten Grundwasser entfernen. Dazu ist sie in geeigneter Weise zu positionieren, hydraulisch zu dimensionieren und mit geeignetem, ausreichend durchlässigem bzw. ausreichend reaktivem Material zu verfüllen.

Hydraulische Dimensionierung

Die hydraulische Dimensionierung einer durchströmten Reinigungswand erfolgt i. d. R. mit Hilfe eines geeichten numerischen Strömungsmodells. Dabei sind in Abhängigkeit von den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen, den Grundwasserströmungsverhältnissen, der Kontamination des Grundwassers und der Art des reaktiven Materials die wesentlichen Systemparameter Wandtyp, Geometrie der Wand, Volumen

des reaktiven Materials festzulegen. In Tabelle 1 ist die Eignung von Reinigungswänden für unterschiedliche geologische und hydrogeologische Standortbedingungen qualitativ kategorisiert. Diese Einteilung ist als Voreinschätzung zu verstehen und muss in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung der Standortverhältnisse überprüft werden.

Tab. 1: Eignung von Reinigungswänden in Abhängigkeit von den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen sowie dem Kontaminationsgrad des Grundwassers (✓✓✓=sehr gut geeignet, ✓✓= geeignet, ✓✓=weniger gut/nicht geeignet) und potentiell geeignetes Dekontaminationsverfahren.

Lockergesteine	Eignung	CRB	F&G	D&G
Kies	✓✓	X	X	
Homogene Sande	✓✓✓	X	X	
Heterogene Sande und Kiese	✓✓		X	
Sand-Schluff-Gemische	✓✓		X	X
Schluff	✓			X
Sandige Tone	✓			X
Ton	✓			
Festgesteine				
Stark geklüftet	✓✓	X		X
Mäßig-schwach geklüftet	✓			X
Schichtaufbau				
Große Stauertiefe (hängendes System)	✓	X		X
Wechsellagerungen	✓✓		X	X
Homogener Untergrund	✓✓	X	X	X
Heterogener Untergrund	✓✓		X	X
Durchlässigkeit – kf-Wert				
> 10 ⁻² m/s	✓	X		
10 ⁻⁴ – 10 ⁻² m/s	✓✓✓	X	X	
10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁴ m/s	✓✓		X	X
10 ⁻⁸ – 10 ⁻⁶ m/s	✓			X
< 10 ⁻⁸ m/s	–			
GW-Fließrichtung				
+/- Stabile Fließrichtung	✓✓✓	X	X	X
Kein oder geringer vertikaler Gradient	✓✓✓	X	X	X
Variable Fließrichtung	✓		X	X
Vertikaler Gradient	✓		(X)	X
Kontamination				
Konzentrationen hoch	✓✓✓	X		
Konzentrationen gering	✓✓		X	X
Erfordernis Zugabe von Hilfsstoffen	✓✓		X	X

Reaktives Material

Die eingesetzten reaktiven Materialien ergeben sich vor allem in Abhängigkeit vom Schadstoffinventar. Die Auswahl erfolgt entsprechend ihrer Reinigungswirkung, d.h. der physikalischen, chemischen und/oder biologischen Abbauprozesse, und der Interaktionen mit anderen Grundwasserinhaltsstoffen. Die in der bisherigen Praxisanwendung bei weitem wichtigsten reaktiven Materialien sind nullwertiges Eisen zur Abreinigung von chlorierten Aliphaten (LCKW) bzw. zur Fällung von Chromat und Aktivkohle zur Sorption von PAK. Andere Materialien haben nach der Anzahl der bisher erstellten praktischen Anwendungen eine deutlich geringere Bedeutung. Für die wichtigsten Schadstoffe kann hinsichtlich ihrer Eignung für die Anwendung von

Reinigungswänden und der dazu geeigneten reaktiven Materialien die in Tabelle 2 angegebene qualitative Zuordnung getroffen werden.

Konstruktion (Bautechnik)

Für die Auswahl der tiefbautechnischen Verfahren ist eine geotechnisch-bodenmechanische Beurteilung des Baugrundes erforderlich. Manche Verfahren weisen Einschränkungen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit bei größeren Aquifertiefen auf. Desweiteren ist von Bedeutung, ob ein regelmäßiger Austausch des reaktiven Materials erforderlich ist. Die räumliche Ausdehnung von durchströmten Reinigungswänden reicht von wenigen Metern bis einige hundert Meter in lateraler bzw. bis ca. 30 Meter in vertikaler Richtung. In

Tab. 2: Eignung von Reinigungswänden in Abhängigkeit von der Schadstoffart (✓✓✓=sehr gut geeignet, ✓✓= geeignet, ✓✓=weniger gut/nicht geeignet) und potentiell geeignetes Dekontaminationsverfahren.

	Eignung	Fe ⁰	AK	Bio
LCKW: PCE, TCE, 111TCA, TCM	✓✓✓	x	(x)	
LCKW: DCE, VC	✓✓	x		
Chromat, Metalle	✓✓✓	x		
PAK, ohne Naphthaline	✓✓✓		x	(x)
BTEX, inkl. Naphthaline	✓✓		(x)	x
MKW	✓✓		(x)	x
Mischkontamination – LCKW / PAK / AKW	✓✓		x	x
Mischkontamination – CKW+Chromat	✓✓✓	x		

Tab. 3: Eignung verschiedener Bauverfahren für die Errichtung von Reinigungswänden (✓✓✓=sehr gut geeignet, ✓✓= geeignet, ✓✓=weniger gut/nicht geeignet).

Bauverfahren	Eignung	CRB	F&G	D&G	Tiefe (m)
Überschnittene Bohrpfehlwand	✓✓	x	x	x	15
Aufgelöste Bohrpfehlwand	✓✓	x			20
Schmalwandverfahren	✓	x			15
Stahlspundwand - Funnel	✓✓✓		x		25
Schlitzwandverfahren (Bentonitgestützt) - Funnel	✓✓✓		x		30
Schlitzwandverfahren (Biopolymer)	✓✓✓	x		x	30
Brunnenbautechniken	✓✓✓		x	x	20
Bodenfräse	✓✓	x		x	8
Offener Graben (Verbau)	✓	x		x	6
Injektionen, HF (Festgestein)	✓	x			>50

Tabelle 3 sind die Eignung unterschiedlicher Bauverfahren für die Errichtung der verschiedenen Reinigungswandtypen sowie die damit jeweils kosteneffizient erreichbare Tiefe angegeben. Diese Einteilung ist als Voreinschätzung zu verstehen und muss in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung der Standortverhältnisse überprüft werden.

3. Erfahrungen mit Reinigungswänden

Aus dem Betrieb von Reinigungswänden, international und national, lassen sich bis heute folgende Erfahrungen zusammenfassen:

Für die Anwendung von nullwertigem Eisen:

- Abbauraten im Feld sind größtenteils wie aus Säulenversuchen erwartet
- in F&G Systemen werden bei der Anwendung von Eisengranulat Cloggingeffekte durch Gasakkumulation beobachtet (jedoch nicht oder untergeordnet in vollflächig durchströmten Wänden)
- Eisenschwamm (ReSponge) zeigt auch in F&G Systemen kein Gasclotting
- vollflächig durchströmte Wände sind robuster als F&G Systeme
- Verwendung von Sand-Eisen-Mischungen ist sinnvoll, um Limitierungen durch Bautechnik zu begegnen
- es sollten möglichst einfache Bautechniken verwendet werden: biologisch abbaubare Polymerstützflüssigkeit, Schlitzfräse, Bohrverfahren

Für die Anwendung von Aktivkohle:

- hydraulische Eigenschaften und Sorptionsverhalten sind wie erwartet
- Zutritt von Luftsauerstoff wegen Biofouling sollte soweit als möglich vermieden werden
- Eisenproblematik ist zu beachten, ebenso das Korrosionsverhalten von Stahl in Kontakt mit Aktivkohle

4. Literatur

- [1] BIRKE, V., BURMEIER, H., EBERT, M., FINKEL, M., ROSENAU, D., SCHAD, H. (2006): Anwendung von durchströmten Reinigungswänden zur Sanierung von Altlasten, Universität Lüneburg

- bisherige F&G Systeme funktionieren auch hydraulisch
- aufgrund der Notwendigkeit des Austausches der Aktivkohle sind auch in Zukunft F&G Systeme zu bevorzugen
- Gatebau als Großbrunnen hat sich an mehreren Standorten bewährt

Für die Reinigungwandtechnologie im

Allgemeinen:

- Technologie hat sich als leistungsfähig und zukunftssträftig erwiesen
- nullwertiges Eisen sollte künftig bevorzugt in vollflächig durchströmten Wänden eingesetzt werden
- in den USA gelten Reinigungswände nach EPA als „proven technology“
- in Deutschland sind weitere Installationen im Feldmaßstab notwendig, um die Technologie in der Sanierungspraxis fest zu etablieren (RUBIN)
- die Technologie hat großes Potential in Kombination mit MNA – signifikante Reduzierung der Schadstoffkonzentration, Möglichkeit zur Stimulation von Bioabbau

Beispielanwendungen:

Im Handbuch zur Anwendung von durchströmten Reinigungswänden zur Sanierung von Altlasten [1] sind zahlreiche, nationale und internationale Beispiele von Reinigungswänden im Detail beschrieben.

- [2] POWELL, R.M., BLOWES, D.W., GILLHAM, R.W., SCHULTZ, D., SIVAVEC, T., PULS, R.W., VOGAN, J.L., POWELL, P.D., LANDIS, R. (1998): Permeable Reactive Barrier Technologies for Contaminant Remediation, EPA/600/R-98/125.

Nationale und internationale Erfahrungen in der Reaktionswandtechnologie

MARKUS EBERT

Die ältesten Reaktionswände bestehen seit rund 13 Jahren und in dieser Zeit hat sich die Technologie von ersten einfachen Anwendungen hin zu zunehmend komplexeren Reinigungssystemen entwickelt. Der Einsatz verschiedenster Materialien zur passiven in-situ Sanierung von Grundwasser sowie unterschiedliche Konstruktionsformen und Bautypen machen es erforderlich, für eine detaillierte Beurteilung jede Reaktionswand als Einzelfall zu betrachten, genauso wie die Planung, die Installation und die Überwachung einer Reinigungswand nur standortbezogen erfolgen kann. Andererseits konnten mit der zunehmenden Standzeit der bestehenden Reinigungswände in Deutschland, v. a. aber auch mit der zunehmenden Anzahl internationaler Reinigungswandanwendungen, im Laufe der letzten Jahre verschiedene offene Fragen hinsichtlich der Möglichkeiten und Grenzen der Reaktionswandtechnologie beantwortet werden.

Die Erfahrungen, die im Zusammenhang mit nationalen Reinigungswänden gesammelt wurden gliedern sich in die internationalen ein, so dass sich ein „nationales“ Fazit nur wenig von einem „internationalen“ unterscheidet. Einige Besonderheiten der nationalen Projekte konnten aber im Zuge der FuE-Arbeiten im RUBIN-Verbund beleuchtet werden und es zeigte sich, dass die Ergebnisse der Arbeiten

nach jetzigem Kenntnisstand auch internationale Relevanz besitzen. Betrachtet man die Situation in Deutschland, so muss festgestellt werden, dass die ersten kommerziellen Reinigungswände in Tübingen und Edenkoben in ihrem Erfolg hinter den Erwartungen zurückgeblieben sind. Andererseits demonstrieren jüngere Reinigungswände, in denen v. a. Aktivkohle eingesetzt wurde, überwiegend den erfolgreichen Einsatz der Reaktionswandtechnologie und auch die, ebenfalls schon seit 1998 operierende, Pilot-Reaktionswand in Rheine kann nur als Erfolg betrachtet werden.

Als eine übergreifende Erfahrung lässt sich feststellen, dass Leistungseinschränkungen bei Reaktionswänden zum überwiegenden Teil auf hydraulische Fragestellungen im weiteren Sinne zurückgeführt werden können. Die bisher bekannten Ursachen reichen von ungenügenden Erkundungen vor der Installation, über fehlerhafte Bauausführungen bis hin zu Clogging-Phänomenen, die zu einer Umströmung einer Reaktionswand führen können. Gerade der letzte Punkt, das Clogging, zeigt, wie geochemische und z. T. mikrobiologische Fragestellungen mit hydraulischen und/oder hydrogeologischen Fragestellungen zusammenhängen können und unterstreicht gleichzeitig die Notwendigkeit eines adäquaten Monitorings von Reaktionswän-

den, um bei veränderlichen Randbedingungen eine Überwachung zu gewährleisten. Positiv ist in diesem Zusammenhang zu bewerten, dass sich die etablierte Vorgehensweise bei der Dimensionierung einer Reinigungswand, zunächst Laborversuche zur Ermittlung der Abbaugeschwindigkeit oder Rückhaltekapazität durchzuführen, insofern bewährt hat, als dass Leistungseinschränkungen bisher noch nicht auf eine verminderte Abbauleistung zurückgeführt werden konnten, die sich nicht schon in Versuchen abzeichnete.

Werden die nationalen und internationalen Erfahrungen, Schlussfolgerungen und Tendenzen vereinfachend zusammengefasst, so lässt sich feststellen:

- Unterschiedlichste Konstruktionsformen und reaktive Materialien wurden entsprechend der verschiedenen Standortbedingungen eingesetzt, um angepasste Systeme zu errichten.
 - Elementares Eisen und Aktivkohle sind bislang die am häufigsten eingesetzten reaktiven Materialien, die Entwicklung neuer Materialien wird aber weiterhin betrieben.
 - Die Mehrzahl der Anwendungen hat gezeigt, dass Reinigungswände langfristig eine wirksame Behandlung kontaminierter Grundwässer unter in situ-Bedingungen sicherstellen können.
 - Für eine Maximierung der Erfolgchancen einer Reinigungswandanwendung ist eine hinreichende Erkundung des Standortes in Bezug auf die hydrogeologischen und geochemischen Gegebenheiten erforderlich, und mit Hilfe numerischer Simulationen können Unsicherheiten berücksichtigt werden.
 - In der Regel sind noch Laboruntersuchungen durchzuführen, um eine angepasste Dimensionierung der Reinigungswand zu ermöglichen; hierfür stehen überprüfte Verfahren zur Verfügung.
- Das Monitoring bei Reinigungswänden muss sowohl die hydraulische Situation als auch die geochemischen Wechselwirkungen erfassen, und hierbei sind angepasste Untersuchungen, Probenahme-strategien und Analyse-kataloge erforderlich.
 - Bei Fe⁰-Reinigungswandanwendungen zeigten sich vergleichbare mikrobiologische und geochemische Entwicklungen an allen Standorten und bislang konnten Reaktivitätseinbußen nur selten für eine Minderleistung der Systeme verantwortlich gemacht werden.
 - Funktionseinschränkungen bei Fe⁰-Reinigungswänden konnten auf „hydraulische Ursachen“ zurückgeführt werden. Sorgfältige Planung, Voruntersuchungen und Bauausführung sind geeignete Gegenmaßnahmen.
 - Das Ausmaß eines Mineralcloggings ist prognostizierbar, während das sog. Gas-clogging noch Gegenstand aktueller FuE-Arbeiten ist.
 - Der Einfluss von Mikroorganismen ist als überwiegend positiv zu betrachten.

Wie bei jeder anderen Technologie zur Grundwasseranierung auch, streift die Planung, der Bau und die Überwachung von Reaktionswänden in jedem Fall verschiedenste Fachbereiche, so dass heute festgestellt werden kann, dass eine Zusammenstellung entsprechender Teams bei der Umsetzung einer Reinigungswandanwendung eine erfolgversprechende Strategie darstellt.

Die Vortragsfolien finden Sie im Internet als pdf-download unter folgender Adresse:
<http://www.gpi.uni-kiel.de/%7Eme/publime.html> (in der Rubrik „Talks“)

Weitere Informationen finden Sie auch auf der Homepage des Forschungsverbundes RUBIN:
<http://www.rubin-online.de>

Sicherung der Altlast ehemalige Teerfabrik Lang, Offenbach, mittels eines neuartigen Funnel & Gate-Systems

DIETER BINDER

1 Ausgangssituation

1.1 Lage – Historie

Die Altlast ehemalige Teerfabrik Lang liegt in Offenbach a. M. in unmittelbarer Nähe des Mains unweit von der Stadtgrenze zu Frankfurt. In den Jahren zwischen 1914 und 1929 betrieb hier die Fa. Gustav Lang auf einem Areal von ca. 15 000 m² eine chemische Fabrik für Teerprodukte. Aus dem Rohteer des benachbarten Gaswerks wurden mittels Destillation verschiedene Ölfractionen gewonnen und z. B. Benzol aber auch Produkte wie Dachpappe hergestellt. Innerhalb des relativ kurzen Betriebszeitraums kam es zu massiven Einträgen an Teeröl in den Untergrund.

1930 wurden die meisten Betriebsgebäude abgerissen. Vom 2. Weltkrieg bis 1973 fanden immer wieder Verfüllungen mit Trümmerschutt und anderen Abfällen statt.

Heute ist als letztes Gebäude der Teerfabrik das ehem. Betriebsleitergebäude in der nordöstlichen Ecke des ehem. Betriebsgeländes verblieben. Der größte Teil des Geländes liegt inzwischen brach.

1.2 Erkundungen – Schadenssituation

Seit 1991 wurden der Boden und das Grundwasser systematisch untersucht. Dabei wurde festge-

stellt, dass der Untergrund massiv mit Teeröl kontaminiert ist. Die Mächtigkeit dieser teerölimprägnierten Bodenhorizonte beträgt mehrere Meter. Die Teerölkontamination durchdringt die 4–6 Meter mächtige Auffüllung sowie den Hochflutlehm und reicht bis auf die Basis des kiesigen, quartären Grundwasserleiters. Dabei hat sich das schwere Teeröl zum großen Teil als Phase auf dem unterlagernden Rupelton ausgebreitet, der als Grundwasserstauer fungiert und in einer Tiefe von ca. 8–10 Metern angetroffen wird. Die Teerölkontamination hat sich über die Jahrzehnte entlang der Oberfläche des Rupeltons horizontal sowohl nach Norden zum Main hin als auch nach Süden ausgebreitet, so dass weitere benachbarte Grundstücke betroffen sind.

Hauptschadstoffe dieser Teerölkontamination sind PAK, die mit Maximalgehalten von bis zu 34 000 mg/kg im Boden festgestellt wurden sowie BTEX-Aromaten in Konzentrationen von bis zu 1 400 mg/kg. Schwermetalle spielen nur eine untergeordnete Rolle und sind auf die Auffüllungsschicht beschränkt. In relativ eng begrenzten Bereichen ehemaliger Produktionsstätten wurden unterhalb versiegelter Flächen leichtflüchtige BTEX-Aromaten auch in der Bodenluft festgestellt. Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden–Mensch lässt sich bei der derzeitigen Nutzung jedoch nicht ableiten.

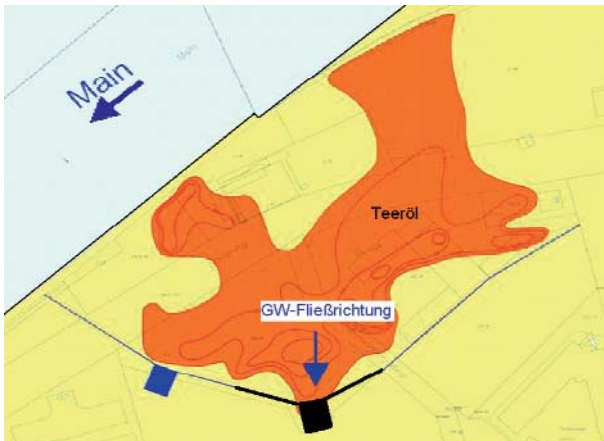


Abb. 1: Verteilung der Teerölkontamination mit Sicherung durch Funnel & Gate.

Untersuchungen des Grundwassers zeigten ebenfalls hohe Gehalte der einschlägigen Schadstoffparameter PAK und BTEX. Das Messstellennetz umfasst ca. 30 Messstellen im Quartär und vereinzelt in darunter liegenden geologischen Schichten.

Betroffen ist vor allem das Grundwasser des oberflächennahen quartären Grundwasserleiters, das einen Flurabstand von 3–4 Metern aufweist. Hier wurden im Schadenszentrum und im nahen Abstrom sehr hohe Schadstoffgehalte festgestellt, die um mehrere Größenordnungen über dem jeweiligen GFS-Wert liegen, wie Tab. 1 zeigt.

Im quartären Grundwasserleiter hat sich eine Schadstofffahne vom Schadensherd in Richtung Süd

Tab. 1: Schadstoffgehalte im quartären Grundwasserleiter.

Schadstoffe im Grundwasser	Gemessene Maximalgehalte $\mu\text{g/l}$	GFS-Wert $\mu\text{g/l}$
PAK (Summe nach EPA ohne Naphthalin)	800	0,2
Naphthalin	12 000	1
BTEX	36 000	20
Benzol	18 000	1

bis Südwest ausgebildet. Ungewöhnlich ist die Fließbewegung des Grundwassers vom Vorfluter weg. Ursache dieser Fließbewegung ist der flussabwärts aufgestaute Main, der im Bereich der Altlast zu influenten Fließverhältnissen führt.

Eine Beeinträchtigung tieferer Grundwasserleiter im Tertiär und im Rotliegenden wurde, wenn auch in sehr viel geringerem Maße, ebenfalls festgestellt. Hier wird das Gefährdungspotenzial jedoch als gering eingeschätzt.

1.3 Altlastenfeststellung - Sanierungsträger

Aufgrund der massiven Boden- und Grundwasserunreinigungen wurden 1993 seitens des Regierungspräsidiums Darmstadt die betroffenen Grundstücke als Altlast festgestellt und die HIM-ASG mit der Fortführung der Erkundung und Sanierung beauftragt.

2 Möglichkeiten der Sanierung

2.1 Sanierungsvarianten

Nach weiteren detaillierten Untersuchungen wurde 1997 eine Variantenstudie in Auftrag gegeben, die die Möglichkeiten einer Sanierung bzw. Sicherung in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht auswerten sollte.

Betrachtet wurden mehrere Sanierungsvarianten, die von einer kompletten Aushubsanierung über teilweisen Bodenaustausch bis hin zur vollständigen Einkapselung des Schadens mittels Dichtwand reichten. Auch die Sicherung durch Funnel & Gate und die parallele Durchführung einer Teerölabschöpfung wurden in Betracht gezogen.

Die zum Zeitpunkt der Entscheidung geschätzten Investitionskosten bewegten sich dabei zwischen ca. 2 Mio Euro für das Funnel & Gate-System und rund 18 Mio Euro für die Totalsanierung durch Bodenaustausch. Hierbei waren weiterhin die zusätzlich auflaufenden Betriebskosten zu berücksichtigen, die mit Ausnahme der Totalsanierung durch kompletten Bodenaustausch bei jeder Variante anfallen.

Nach Vergleich der einzelnen Varianten hinsichtlich der technischen Ausführung, des Wirkungsgrads und der Kosten wurde ein standortangepasstes Funnel & Gate-System vorgeschlagen und im Rahmen eines Sanierungsplans beantragt. Der Sanierungsplan sieht für den Fall eines Scheiterns des Systems eine Umschließung des Standorts mit einer Kammerdichtwand als Alternative vor.

3 Sicherung durch Funnel & Gate

3.1 Das Konzept

Bei dem gewählten Funnel & Gate-System handelt es sich um ein offenes hydraulisches System, bei dem der natürliche Grundwasserabstrom durch eine quer verlaufende Barriere (Funnel) gefasst und durch definierte Durchlässe (Gate) geleitet wird. In diesen wird das verunreinigte Grundwasser aufbereitet und kann so gereinigt vom Standort abströmen. Jedes Gate enthält einen speziell an die Standortgegebenheiten angepassten Reaktor, in dem die Schadstoffe abgebaut bzw. zurückgehalten werden.

Während Funnel & Gate-Systeme zum Abbau von chlorierten Kohlenwasserstoffen bereits weitgehend etabliert sind, musste im vorliegenden Fall eine neue Technologie zur Abreinigung organischer Mischkontaminationen entwickelt werden. Ziel war eine möglichst wirksame und ökonomische Lösung. Dies schien mit einer Kombination aus biologischem Abbau und Adsorption von Schadstoffen möglich.

Nach Vorlage erster positiver Ergebnisse aus Versuchen zu diesem Projekt wurde im Jahr 2005 der Sanierungsplan vom Regierungspräsidium Darmstadt genehmigt.

2.2 Teerölabschöpfung

Parallel zur Sanierungsplanung wurden im Jahr 2001 in den vermuteten Schadensschwerpunkten drei großvolumige Brunnen für eine Teerölabschöpfung eingerichtet. Eine Testphase ergab, dass sich in einem dieser Brunnen ausreichend flüssige Teerölphase sammelt, die seither in regelmäßigen Intervallen abgepumpt wird. Bis Ende 2007 wurden so 3 880 Liter Teerölphase abgeschöpft.

Durch den biologischen Abbau von BTEX-Aromaten und 2- bis 3-Ring-PAK müssen nur noch die schlecht abbaubaren Schadstoffe an die Aktivkohle adsorbiert werden, was zu einer wesentlich höheren Standzeit der Aktivkohle führt.

Durch den Wegfall des Energieeinsatzes zur Förderung von Grundwasser, den hohen Anteil an Schadstoffabbau und den sparsamen Einsatz von Aktivkohle für die restlichen schlecht abbaubaren Verbindungen soll das vorliegende Konzept eines Funnel & Gate-Systems eine hohe Effektivität bei kostengünstigem Aufwand erreichen.

Für die Entwicklung dieses innovativen Funnel & Gate-Systems wurde im Jahr 2002 seitens der HIM-ASG ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben initiiert. Hierfür wurden Bundesmittel beantragt und auch bewilligt. Gegenstand des F& E-Vorhabens ist die Entwicklung eines neuartigen Biosorptionsre-

aktors (Gate), an den Teilstücke der späteren Leitwände anschließen (Funnel) sowie ein ca. 18-monatiger Probebetrieb. Nach erfolgreichem Probebetrieb sollen die Leitwände soweit verlängert werden, dass sie den gesamten Grundwasserabstrom der Altlast erfassen, und ein zweites Gate errichtet werden (s. Abb. 1).

3.2 Grundwassermodell und Vorversuche

Zur Überprüfung, ob die Voraussetzungen für ein erfolgreiches Funnel & Gate-System vorliegen, wurden folgende Prüfschritte und Vorversuche durchgeführt:

- Erstellung eines dreidimensionalen Grundwassermodells
- Laborversuche zum mikrobiologischen Abbau
- Aktivkohleauswahl
- On-Site-Versuche auf dem Standort.

Nach dem erfolgreichen Verlauf der Vorversuche konnte auf der Basis der gewonnenen Ergebnisse die Auslegung und Dimensionierung eines Gates mit einem Biosorptionsreaktor entwickelt werden.

3.3 Aufbau und Funktion des Biosorptionsreaktors

Aufgrund der Erfahrungen aus den Vorversuchen wurde der ursprünglich geplante 2-stufige Reaktoraufbau, bestehend aus einer mikrobiologischen Stufe und einer Aktivkohleeinheit, geändert. Der neue Lösungsansatz sieht einen in mehrere funktionale Einheiten gegliederten und zugänglichen Reaktor vor. Dieser besteht aus einer Eisenfällungsstufe mit Schrägklärer, drei hintereinander geschalteten Bioreaktoren und der abschließenden Aktivkohleeinheit. Zwischen diesen funktionalen Einheiten befinden sich jeweils offene Wasserzonen, in denen dem anströmenden Wasser Sauerstoff in Form von H_2O_2 sowie die Nährstoffe Nitrat und Phosphat zuge-mischt werden können.

Oberhalb des Grundwasserleiters sind in einem

Betriebsraum die Dosiereinrichtungen, Chemikalienbehälter, die Steuerungstechnik und eine Abluftreinigungsanlage untergebracht. Der Reaktor ist überdacht und über Einstiege in der Abdeckung zugänglich. Wesentliche Vorteile dieses aufwändigen Reaktordesigns sind die Zugänglichkeit der Einrichtungen und damit eine wesentlich bessere Steuerung und Kontrollierbarkeit der Anlage als dies bei einem einfachen System der Fall wäre.

Da in der Versuchsversion lediglich ein Reaktor mit verkürzten Leitwänden zum Einsatz kommt, dieser aber später als Teil der Gesamtlösung ebenfalls funktionieren muss, wurde der Reaktor an den für den Probebetrieb berechneten Grundwasserdurchfluss angepasst. Hierzu wurde das Gate im Bereich der mikrobiologischen Zonen und der Aktivkohlestufe in zwei Längshälften unterteilt, von denen im Probebetrieb lediglich eine durchflossen wird. So beträgt die berechnete Durchflussrate im Versuchsstadium

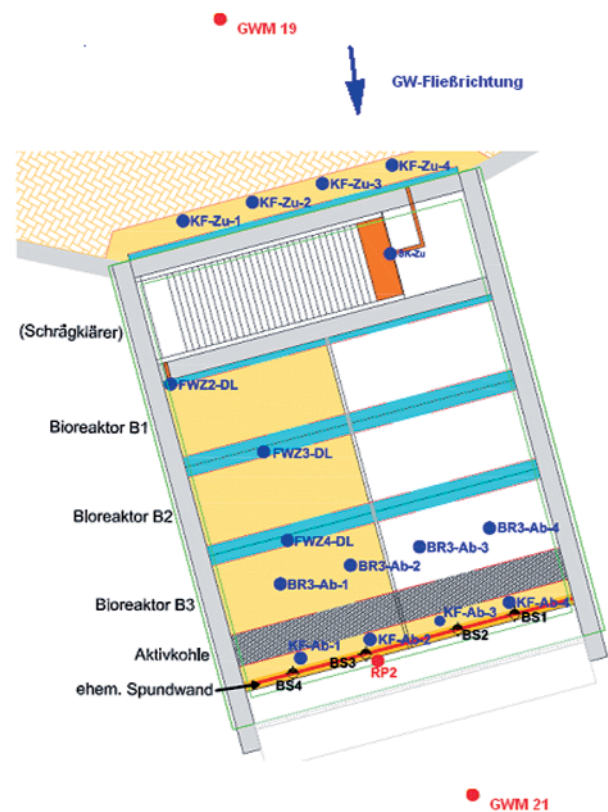


Abb. 2: Aufsicht auf den Biosorptionsreaktor mit Probenahmestellen.

0,23 m³/h, während bei der späteren Komplettlösung beide Reaktorhälften zusammen mit einem Durchfluss von ca. 0,5 m³/h beaufschlagt sind.

Damit bleibt die Fließgeschwindigkeit und somit die Verweilzeit des Wassers im Gate in beiden Betriebszuständen konstant.

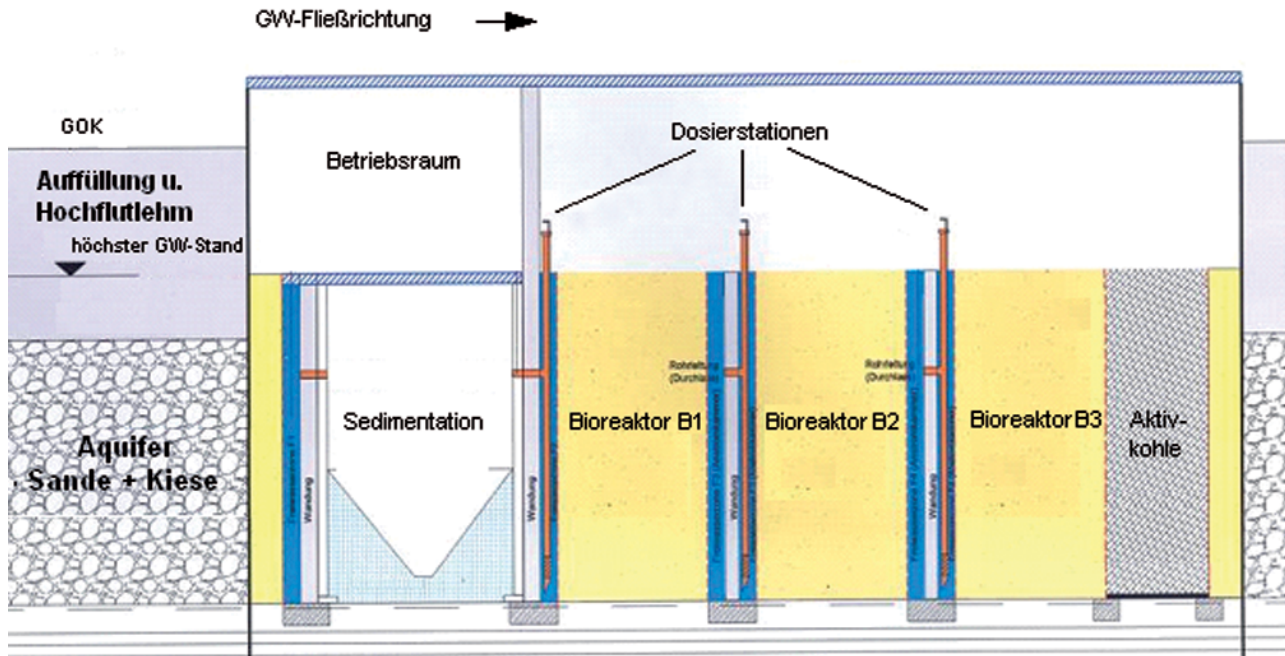


Abb. 3: Längsschnitt durch den Biosorptionsreaktor.

4 Bau des Reaktor-Prototyps

Im Rahmen der Ausschreibung der Versuchsanlage kam ein Sondervorschlag zum Zuge, der wegen des weitgehenden Verzichts auf teure Stahlspundwände eine Kostenreduzierung bewirkte. Das Konzept der Fa. Bauer & Mourik Umwelttechnik (BMU) sah die Errichtung der Leitwände sowie der Gate-Außenwände in der von BMU patentierten Mixed-in-Place-Bauweise (MIP) vor. Unter dem Begriff Mixed-in-Place versteht man eine Vermischung von Bindemitteln und Boden an Ort und Stelle. Die vorhandenen Porenräume im Bodengerüst werden dabei mit der Bindemittelsuspension verfüllt. In diesem Fall wurde eine Dreifach-Bohrschnecke einge-

setzt, mit der die MIP-Wände ca. 10 m tief bis in die stauende Rupeltonschicht eingebracht wurden. Während die Leitwände eine Wandstärke von 370 mm aufweisen, wurden die Wände des Gates aus statischen Gründen als 550 mm starke MIP-Wände ausgestaltet.

Im Schutze temporärer Spundwände im An- und Abstrombereich und einer Wasserhaltung wurden die weiteren Reaktorbestandteile eingebaut. Auf den Einbau der Aktivkohle wurde zunächst verzichtet, da im Anfangsstadium die gesamten Schadstoffe ohne vorherigen biologischen Abbau von der Aktiv-

kohle adsorbiert werden müssten, was eine kurze Standzeit und den baldigen Austausch der Aktivkohle zur Folge hätte. Die temporären Stahlspund-

wände im Zu- und Ablauf des Gates wurden nach der Flutung des Reaktors wieder gezogen.

5 Probetrieb

5.1 Monitoring-Konzept

Laut Monitoring-Konzept für den Probetrieb soll während der Einfahrphase von ca. sechs Monaten die allmähliche Besiedlung der Festbettreaktoren mit den standorttypischen Mikroorganismen erfolgen. In dieser Zeit erfolgt der Betrieb aus o. g. Gründen noch ohne die Aktivkohleeinheit. Im Anschluss an die Einfahrphase ist eine ca. einjährige Versuchsphase vorgesehen, in der eine Untersuchung und Bilanzierung der im Reaktor ablaufenden Prozesse stattfindet. Für Messungen und die Entnahme von Proben stehen bis zu 14 Entnahmestellen im Zu- und Abstrom sowie in allen wesentlichen Zonen des Reaktors zur Verfügung.

Neben der turnusmäßigen Erfassung der Grundwasserstände in umliegenden Messstellen wird auch die Hydraulik im Reaktor durch Messungen der Wasserstände und Durchflussraten bestimmt. Vor Ort werden die als Feldparameter bekannten Größen wie Färbung, Trübung, Geruch sowie Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Redoxpotenzial sowie der Sauerstoffgehalt erfasst.

Bei den chemischen Parametern handelt es sich um anorganische Stoffe und Verbindungen wie Eisen, Mangan, Stickstoffverbindungen, Phosphat sowie weitere An- und Kationen.

Die gemessenen organischen Verbindungen umfassen Schadstoffe wie BTEX, weitere Aromaten, PAK, NSO-Heterocyclen und Methan sowie die Summenparameter CSB und DOC.

Die Wasserproben werden zudem auch auf mikrobiologische Parameter wie Keimzahl, verschiedenen Verwerter-Species und Toxizität untersucht.

5.2 Problem verringerter Durchlässigkeit – Lösungsansatz

Nach Inbetriebnahme des Biosorptionsreaktors im April 2007 stellte sich bald heraus, dass die Durchflussrate weit unter dem prognostizierten Wert von 230 l/h blieb. Während der Ursachenforschung wurde für die weiteren Versuche hilfsweise ein Durchfluss durch den Einsatz einer Pumpe im Zulauf erzwungen. Die darauf folgenden Wasserstandsmessungen zeigten jedoch wesentlich höhere Wasserstände im Reaktorbereich als im Zu- und Abstrom. Es ließ sich ableiten, dass im Bereich des Gate-Ausgangs ein deutlich erhöhter Fließwiderstand vorhanden sein musste.

Zur Eingrenzung des schlecht durchlässigen Bereichs wurde der unmittelbare Abstrombereich mittels Sondierungen und Rammpegel weiter erkundet. Hierbei konnte der Bereich verminderter Durchlässigkeit auf eine ca. 1 m breite Zone in der abstromigen Kiespackung eingegrenzt werden, in der sich die temporäre Spundwand befand, die für den Bau benötigt und später wieder gezogen wurde.

Die Vermutung liegt nahe, dass es im Rahmen der Bautätigkeit in diesem Bereich zu einer Verminderung der Durchlässigkeit kam. Die verringerte Durchlässigkeit hatte zur Folge, dass die Verweilzeit des

Grundwassers im Reaktor um den Faktor 2–3 höher lag als prognostiziert. Um jedoch die volle Funktionsfähigkeit des Systems zu erreichen wurde die nachfolgend beschriebene bauliche Lösung erarbeitet.

Unmittelbar vor der gering durchlässigen Zone werden über den Gate-Querschnitt verteilt acht vertikale Filterrohre eingebracht. Das sich sammelnde Wasser wird hier gefasst und mittels einer horizontalen Verrohrung durch den gering durchlässigen Bereich in den abstromigen Bereich geführt, wo es in einer längs angeordneten Kiesinfiltrationsstrecke in den natürlichen Abstrom gelangt.

Die Verrohrung und die Dimensionierung der Kiesinfiltrationsstrecke sind so ausgelegt, dass die Gesamtdurchlässigkeit noch über der in der Ausschreibung vorgegebenen Durchlässigkeit liegt. Die Durchströmung wurde mittels des bereits existierenden dreidimensionalen numerischen Strömungsmodells im Vergleich mit ähnlichen Varianten simuliert. Die Umsetzung der beschriebenen Baumaßnahme wird zurzeit vorbereitet.

5.3 Zwischenergebnisse

Aus dem Probetrieb liegen bislang Untersuchungsergebnisse für den Zeitraum von Mai 2007 bis März 2008 vor. Bei den ersten monatlichen Untersuchungen zeigte sich, dass das hydrogeochemische System durch den Bau des Gates stark gestört war. Dies machte sich vor allem in uneinheitlichen Chloridkonzentrationen und stark erhöhten Sulfatgehalten im Zustrombereich bemerkbar. Aber auch die Schadstoffkonzentrationen innerhalb des Reaktorsystems, insbesondere die BTEX-Aromaten zeigen zu Beginn der Messungen ebenfalls ein uneinheitliches Bild, das durch den

baulichen Eingriff zu erklären ist. Dieser Effekt ist jedoch ca. vier Monate nach Inbetriebnahme der Anlage weitgehend abgeklungen und die darauffolgenden Untersuchungen liefern deutlich aussagekräftigere Ergebnisse.

Im Laufe des Probetriebs wurde die Zugabe von H_2O_2 , Nitrat und Phosphat vor den einzelnen Bioreaktorstufen entsprechend den Ergebnissen des Monitorings langsam gesteigert. Während bei der Erstbeprobung aerobe BTEX- und PAK-Verwerter lediglich nachgewiesen werden konnten, war bereits nach weiteren drei Monaten eine Zunahme der aeroben Keimzahlen um ein bis zwei Größenordnungen zu verzeichnen.

Den inzwischen stattfindenden biologischen Schadstoffabbau zeigen sowohl die Zeitreihen an den einzelnen Messstellen als auch die Darstellung der Schadstoffkonzentrationen über den Reaktorverlauf (s. Abb. 4). Hierbei dürften zumindest für größere Schadstoffmoleküle wie mehrringige PAK und Heterocyclen auch Sorptionsprozesse eine gewisse Rolle spielen. Da es sich bei den BTEX-Aromaten und bei Naphthalin als Hauptbestandteil der PAK aber um relativ leicht abbaubare Schadstoffe handelt, die den überwiegenden Anteil der Schadstofffracht ausmachen, kann langfristig von einem hohen Grad der Schadstoffreduzierung durch mikrobiologischen Abbau ausgegangen werden.

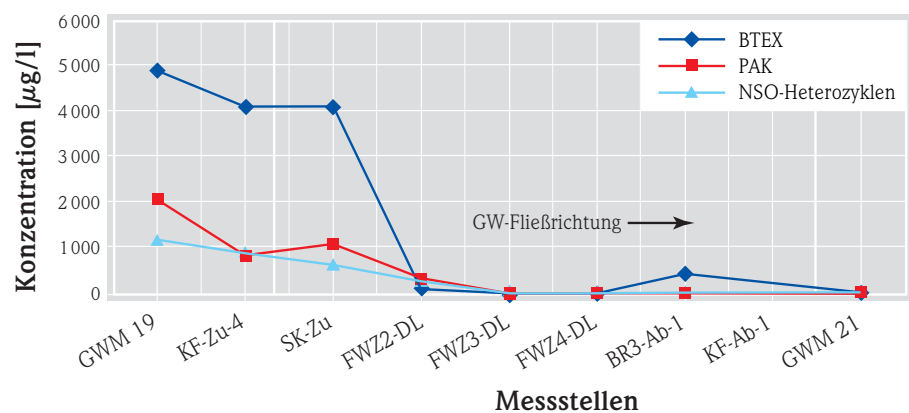


Abb. 4: BTEX, PAK und NSO-Heterocyclen im Reaktorverlauf am 30.1.2008.

6 Aussicht

Bedingt durch die bereits beschriebenen Durchlässigkeitsprobleme sowie die anfängliche Störung der hydrogeochemischen Bedingungen durch den Bau des Gates, sind weitere Ergebnisse aus dem Probetrieb abzuwarten. Wie die Erfahrungen aus den Vorversuchen zeigen, ist eine weitere Steigerung des mikrobiologischen Abbaus zu erwarten. Insbesondere die kommenden Untersuchungen nach Errichtung des Erweiterungsbauwerks zur

Herstellung des Solldurchflusses sind für Aussagen zur Eignung des Systems relevant. Zurzeit wird davon ausgegangen, dass bis Ende 2008 mit aussagekräftigen Ergebnissen gerechnet werden kann. Sollte der Probetrieb die Eignung des Systems bestätigen, kann Anfang des Jahres 2009 über die Erweiterung des Systems zur Sicherung des Gesamtstandorts entschieden werden.

7 Literatur

- (1) CDM Amann Infutec Consult (2003): Teerfabrik Lang – Rahmensanierungsplan
- (2) Bauer Spezialtiefbau GmbH (2004): Beschreibung Mixed-in-Place-Verfahren
- (3) Bauer und Mourik Umwelttechnik (2006): Angebotserläuterungen Offenbach, F+G Teerfabrik Lang
- (4) WEINGRAN, C. (2006): Vortrag
- (5) WEINGRAN, C., ALT, S., SCHAD, H., TIEHM, A. & MÜLLER, A.: Entwicklung und Erprobung eines In-Situ-Bioreaktors; Fachartikel TerraTech 5/2007
- (6) HIM, TZW, IMES, CDM: Elfter Zwischenbericht (01.07.2007 bis 31.12.2007)
- (7) CDM Consult GmbH (2008): Ehemalige Teerfabrik Lang, Offenbach – Probetrieb Biosorptionsreaktor

Identifikation und Bewertung von schädlichen Bodenveränderungen auf einem Chemiegroßstandort – ein neues Bewertungsmodell

JUSTUS BRANS

Die Belastung von Boden und Grundwasser mit Schadstoffen (Altlastenproblematik) ist ein vordringliches Problem im Umweltbereich. In Europa werden Sanierungskosten zur Gefahrenabwehr und Schadensbeseitigung in Höhe von mehreren 100 Milliarden Euro veranschlagt (GROßMANN et al., 2005).

In Hessen existieren 18 000 Altstandorte, 236 Rüstungsaltsstandorte, 4 190 Altablagerungen mit einem ausgewiesenen sehr hohen Gefährdungspotential (HLUG, 2007). Zu den Altlastenfällen kommen noch über 1 000 industriell genutzte Grundstücke (erfasste und somit bekannte Grundstücke) mit schädlichen Bodenveränderungen hinzu.

Durch das europäische Wasserrecht, hier speziell die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000), werden zunehmend Bilanzierungsansätze nach dem Immissionsprinzip in das nationale, bisher nach ordnungsrechtlichen Prinzipien (Emissionsprinzip) ausgerichtete Umweltrecht eingeführt.

Dem europarechtlich im Vordringen befindlichen Grundsatz der Bewirtschaftung mit seiner Ausrichtung an Qualitätszielen wird die bisherige Bewertungspraxis nicht gerecht. Eine ganzheitliche Gesamtbewertung der Belastungssituation von industriellen Großstandorten mit komplexen Schadstoffinventaren ist mit den bisherigen Bewertungsansätzen nicht erforderlich, aber auch nicht möglich gewesen.

Das Schadeinheitenmodell stellt eine dem Bewirtschaftungsansatz folgende Bewertungsstrategie dar, die an einem Großstandort der chemischen Industrie, dem Werksgelände der ehemaligen Hoechst AG in Frankfurt a. M.–Höchst im Rahmen einer dreijährigen Forschungsarbeit, betreut durch die Professur für Abfall- und Ressourcenmanagement der Justus-Liebig-Universität in Gießen, entwickelt wurde.

Die dieser Arbeit zugrunde liegende Frage ist, welche Auswirkungen die in den Boden und das Grundwasser eingetragenen Schadstoffe auf das Schutzgut Grundwasser und das Schutzgut Oberflächengewässer haben (Abb. 1).

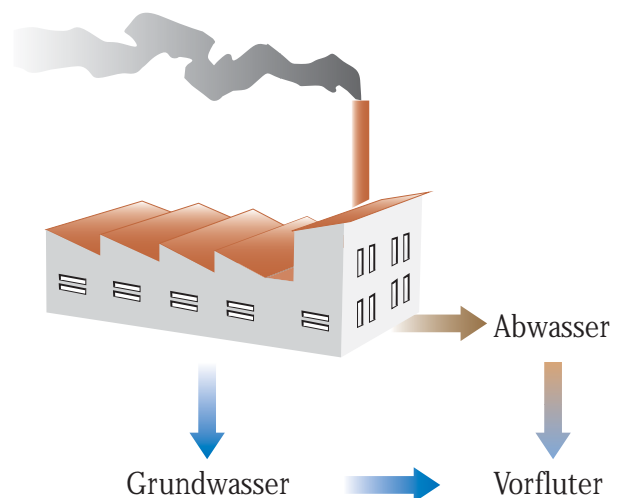


Abb. 1: Bilanzierungsraum.

Boden und Grundwasser sind infolge der langjährigen industriellen Nutzung des Geländes und durch umfangreiche Ablagerungen von Abfällen mit Schadstoffen hoch belastet. Das Grundwasser, welches durch die Schadstoffeinträge zum Teil mit einem Vielfachen der Geringfügigkeitsschwellenwerte (QZVO, 2006) belastet ist, wird durch 30 Sicherungsbrunnen gefasst. Damit wird ein Überreten der Schadstoffe in den Vorfluter Main verhindert. Das Werksgelände ist einem Großlysimeter gleichzusetzen mit der Möglichkeit, Informationen aus den Sicherungsbrunnen über Schadstoffeinträge im Erfassungsbereich zu erhalten.

Das Bewertungsmodell sieht zwei Schritte vor. Zunächst erfolgt im Sinne einer inversen Schadstoffverfolgung (Abb. 2) als erster Schritt eine Analyse der einzelnen Sicherungsbrunnen. Diese Analyse liefert Schadstoffkonzentrationen und Grundwasser-

volumenströme für eine Schadstofffrachtenermittlung. Der zweite Schritt ist die Vereinheitlichung der individuellen Schadstoffe hin zu einer Schädlichkeitssumme, dargestellt in Schadeinheitenfrachten.

Im Grundwasser werden ca. 160 Einzelsubstanzen und Summenparameter bestimmt. 100 dieser Substanzen liegen in ihren Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenzen. Eine Vereinheitlichung ist aufgrund dieser großen Zahl an Einzelsubstanzen Voraussetzung für eine Bilanzierung und stellt die Kernüberlegung des Schadeinheitenmodells dar.

Die Stoffgemische haben einen eigenen Wirkmechanismus, der sich mitunter stark von den Wirkungen der Einzelsubstanzen unterscheidet (FENT, 2003). Das Schadeinheitenmodell baut auf der addi-

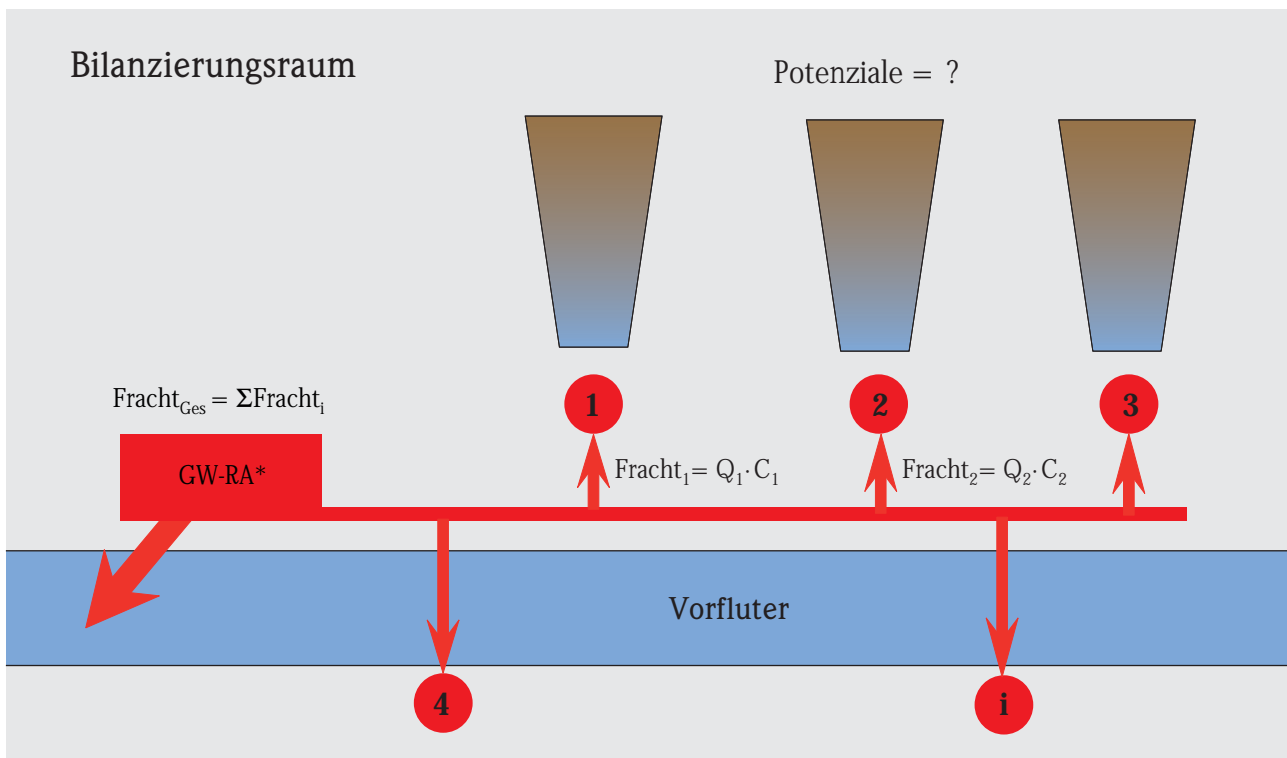


Abb. 2: Prinzip der inversen Schadstoffverfolgung (*GW-RA Grundwasserreinigungsanlage).

tiven Wirkungsweise der einzelnen Substanzen in einem Stoffgemisch auf. Das Konzept der Konzentrations-Additivität geht wesentlich auf Arbeiten des Pharmakologen Loewe zurück (LOEWE & MUISCHNEK, 1926). Die zum Thema Mischungstoxizität gesichteten Publikationen lassen erkennen, dass unter Annahme der Konzentrationsadditivität ein worst-case-Szenarium dargestellt werden kann und dass ein solches für ein vorsorgendes Handeln empfohlen wird (GRIMME et al., 1998).

In das Modell finden folgende Parameter Eingang:

C_i	Konzentration des Stoffes i	$\mu\text{g/l}$
C_i^{REFERENZ}	Referenzkonzentration des Stoffes i	$\mu\text{g/l}$
Q	Durchflussmenge	l/Zeit

Die Eingangsparameter werden wie folgt verrechnet:

$$C_{SE} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_i \cdot \text{REFERENZ}}}{1} \quad F_{SE} = C_{SE} \cdot Q$$

C_{SE}	Konzentration an Schadeinheiten	SE/l
F_{SE}	Schadeinheitenfracht	SE/Zeit

Mit dem Schadeinheitenmodell werden die Voraussetzungen einer Umweltrisikoprüfung erfüllt. Abb. 3 zeigt das Prinzip des Schadeinheitenmodellierungskonzeptes im Verhältnis zu einer nach FENT (2003) veränderten Umweltrisikoprüfung.

Dabei wird deutlich, welcher Stellenwert der Referenzkonzentration zukommt.

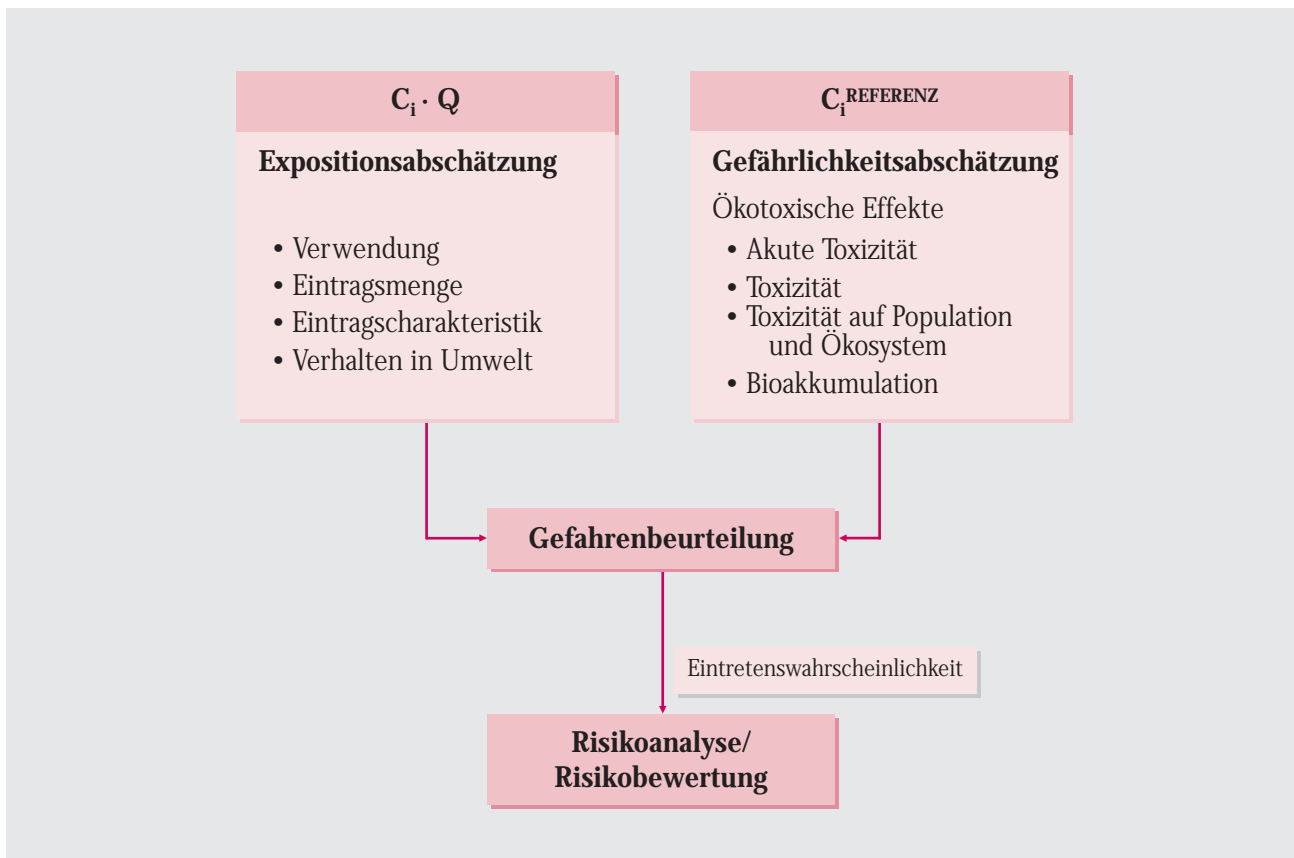


Abb. 3: Umweltrisikoprüfung, verändert nach FENT (2003).

Die Schädlichkeit der Verunreinigung einer Wasserprobe wird dargestellt als die Summe der Quotienten aus gemessener Konzentration eines Schadstoffs und dessen Referenzkonzentration. Je höher die Summe der substanzspezifischen Quotienten ist ($C_i/C_i^{REFERENZ}$), desto schädlicher ist die Mischung. Als Referenzkonzentrationen wurden die Geringfügigkeitsschwellen (GFS) der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser herangezogen. Für Substanzen, für die ein solcher Referenzwert nicht vorhanden war, wurden entsprechende Werte abgeleitet. Herangezogen wurden ausschließlich Ökotoxizitätswerte, da der Schwerpunkt der Bilanzierung im Bereich des Vorfluters lag.

Die Annahme der Additivität wurde in einzelnen Wasserproben über Ökotoxizitätsversuche überprüft. Dabei kamen Daphnien, Fischeier, Algen und Bakterien zum Einsatz, so dass alle Trophiestufen abgebildet waren. Diese Tests bestätigen, dass die Ökotoxizität mit Zunahme der über das Schadeinheitenmodell ermittelten Schädlichkeit größer wird und dass die Annahme der additiven Wirkung bei komplexen Stoffgemischen zulässig ist.

Das Schadeinheitenmodell zeigt, dass die Sicherungsbrunnen sehr unterschiedliche Anteile an der Schadeinheitenentfrachtung besitzen. Der größte

Belastungsschwerpunkt liegt im Nordosten des Werksgeländes und trägt durch die Förderung von nur drei Sicherungsbrunnen 64,9 % der insgesamt verursachten Schadeinheitenfracht bei (Abb. 4). Mit 48,6 % der Gesamtfördermenge werden 95,8 % der Schadeinheiten und mit 68,9 % der Gesamtfördermenge 99 % der Schadeinheiten erfasst. Eine Optimierung der hydraulischen Sicherung in Kombination mit einer gezielten Entfrachtung der Schwerpunktbereiche erscheint im Hinblick auf eine Steigerung der Effizienz der Schadstoffentnahme möglich.

Bezogen auf die Einzelsubstanzen ergibt sich nach der Schadeinheitenmodellierung folgendes Bild (Abb. 5). 30 Substanzen verursachen 97,4 % der Schadeinheiten und 15 Substanzen 86,6 % der Schadeinheiten. Chlorbenzol stellt mit ca. 30 % der Schadeinheiten den Hauptschadstoff dar. Die anorganischen Parameter spielen hinsichtlich der Gesamtschädlichkeit nahezu keine Rolle. Es zeigt sich, dass der überwiegende Anteil an Substanzen keinen relevanten Einfluss auf die Gesamtschädlichkeit hat. In den hauptsächlich für die Schadstoffeinträge verantwortlichen Werksgeländebereichen konnten aufgrund der durch die Schadeinheitenmodellierung erlangten Erkenntnisse zielgerichtete Recherchen durchgeführt werden. Der Umgang mit

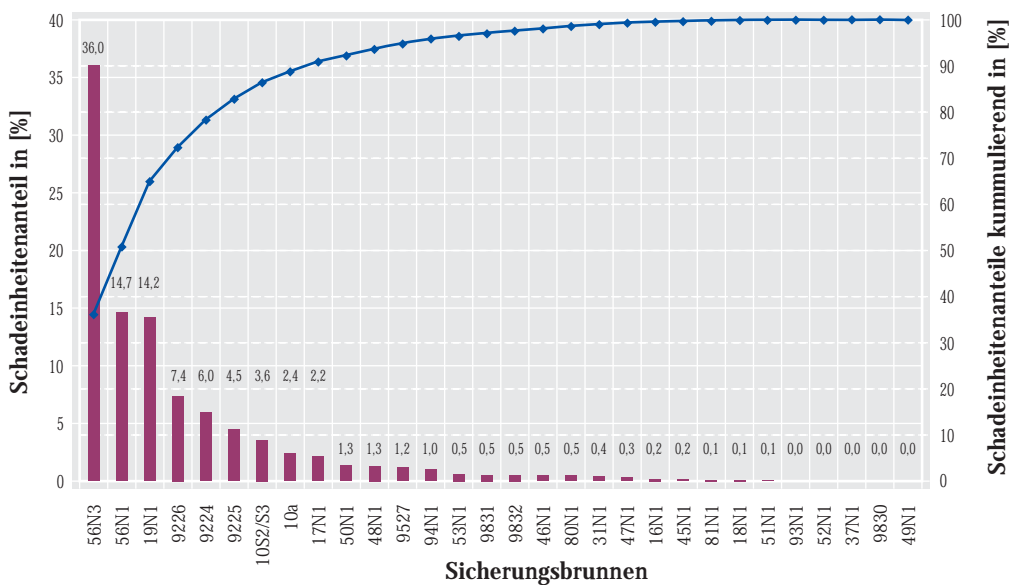


Abb. 4: Spezifischer Schadeinheitenanteil der einzelnen Sicherungsbrunnen im IPH nach PARETO.

den jeweils relevanten Substanzen in den Bereichen wurde weitgehend nachgewiesen. Die Beeinträchtigung des Grundwassers, ermittelt als Schadeinheitenfracht, wurde den Schadeinheitenfrachten des Abwassers aus der Kläranlage und des Mainwassers gegenübergestellt. Für diese Bilanz wurde der Main im Zustrom des Werksgeländes vollständig über den Gewässerquerschnitt wiederholt beprobt.

Es lassen sich folgende Erkenntnisse aus der Bilanzierung ableiten:

- Die Vorbelastung des Vorfluters liegt mindestens fünffach höher als das ohne Aufbereitung ermittelte Schadstoffpotential des Grundwassers.
- Bei der bestehenden Aufbereitung des Grundwassers liegt die Zusatzbelastung für den Vorfluter im Bereich von max. 0,8 % der bestehenden Vorbelastung.
- Die GW-Aufbereitung besitzt eine Reinigungseffektivität von ca. 96 %.
- Das Schadstoffeinheitenpotential auf dem Abwaserpfad ist um ein Vielfaches höher als auf dem Grundwasserpfad.
- Im Vergleich zu den SE-Frachten im Main und im Abwasser ist ein hohes Potential zur Steigerung der Effizienz im Bereich der Wasseraufbereitung vorhanden.

Um die Aussageunsicherheit, die auf den Vertrauensbereichen der Eingangsgrößen beruht, bemessen zu können, wurde eine Unsicherheitsanalyse durchgeführt. Hierfür wurde die Monte Carlo Simulation (MCS), gekoppelt mit einer entsprechenden Sensitivitätsanalyse, angewendet. Die MCS zeigt, dass das Ergebnis der Schadeinheitenfrachtermittlung im Grundwasser mit 95 % Wahrscheinlichkeit nicht über 180 % des Erwartungswertes liegt. Insgesamt wird die maßgebliche Unsicherheit durch die hohe Variabilität der Förderraten in den Brunnen verursacht.

Das Schadeinheitenmodell, welches die additive Wirkung der einzelnen Substanzen voraussetzt, ist geeignet, Standorte mit breitem Schadstoffinventar vergleichend zu bewerten. Auch innerhalb eines Standortes können Bilanzierungsräume, wie im Fall der vorliegenden Aufgabenstellung der aquatische Bereich, geschaffen werden, in dem die einzelnen Schädlichkeitspotentiale gegenübergestellt werden. Mit dem Schadeinheitenmodell können Schadstoffcluster identifiziert und Sanierungsmaßnahmen kosten- und nutzeffizient gesteuert werden.

Die Langfassung kann bezogen werden bei der Justus Liebig Universität Gießen.

„Das Schadeinheitenmodell zur Identifikation

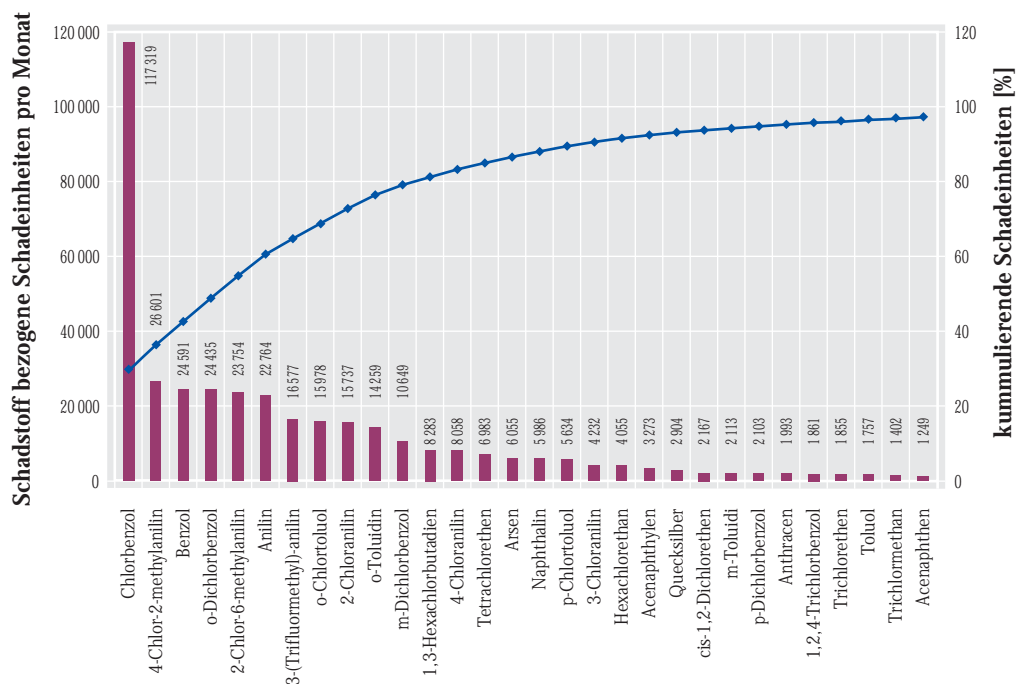


Abb. 5: Schadstoffbezogene Schadeinheiten pro Monat für 30 Substanzen als Summe der Sicherungsbrunnen auf dem IPH (Schadeinheiten $\cdot 10^6$).

und Bewertung von Standorten mit schädlichen Bodenveränderungen am Beispiel Industriepark Frankfurt Höchst“. Reihe Boden u. Landschaft Band

50, JUSTUS BRANS, 304 Seiten, ISBN 3-931789-49-7, Gießen 2008

Literatur

- GROBMAN, J., RITTER, A., SIEVERS, J., KEIL, M., BIELKE, A., WEIB, H. (2005): Entwicklung einer Integrierten Managementstrategie (IMS) für Altlastengroßstandorte und Anwendung auf den Modellstandort des Ökologischen Großprojektes Bitterfeld, Altlasten Spektrum, Nr.4, 181–186
- HLUG, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2007-2): Zahlenspiegel Altlastenbearbeitung in Hessen, Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden.
- WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik – Wasser-Rahmen-Richtlinie.
- QZVO Qualitätszielverordnung (2006): Verordnung über die Qualitätsziele bestimmter gefährlicher Stoffe und zur Verringerung der Gewässerverschmutzung durch Programme, 02.10.2006, GVBl Nr.18 vom 19.10.2006 S. 526.
- FENT, K. (2003): Ökotoxikologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart., ISBN 3-13-109992-5.
- LOEWE, S., MUISCHNEK H. (1926): Über Kombinationswirkungen. 1. Mitteilung: Hilfsmittel der Fragestellung. Naunym-Schmiedebergs Arch Exp Parhol Pharmacol S. 313–326.
- GRIMME, L.H., ALTENBURGER, R., BACKHAUS, T., BOEDEKER, W., FAUST, M., SCHOLZE, M. (1998): Vorhersagbarkeit und Beurteilung der aquatischen Toxizität von Stoffgemischen. UFZ-Bericht Nr.25/1998.

Innovative Methoden zur Erkundung von Grundwasser- verunreinigungen: Erfahrungen mit dem Einsatz von Direct-Push-Sondierungen u. a. Techniken

WALTER LENZ

Ziel des Vortrags ist es, anhand mehrerer Fallbeispiele die Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Verfahren zur Untersuchung von GwVerunreinigungen und den daraus resultierenden Erkenntniszuwachs zu veranschaulichen (vgl. Tab. 1).

Als wesentliche Schlussfolgerungen aus den Erfahrungen in unterschiedlichsten Fällen ist festzustellen:

1. Eine zutreffende (hydro)geologische Modellvorstellung für den jeweiligen Standort ist eine notwendige Voraussetzung jeder effizienten Erkundung.
2. Dies gilt ebenso für die Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen technischen Alternativen zur Klärung der jeweiligen Frage.
3. Grundwassermodelle sind häufig ein unverzichtbares Instrument zum Verständnis der geohydraulischen Zusammenhänge, zur Interpretation der Befunde und zur Prognose zukünftiger Entwicklungen.
4. Die verschiedenen Varianten der DP-Sondierung (EC-Log, MIP, tiefenzonierte Probenahme) bieten an geeigneten Standorten (Lockergesteine) im Vergleich zu konventionellen Bohrungen erhebliche Vorteile im Hinblick auf

Tab. 1: Zusammenstellung der besprochenen Erkundungstechniken anhand der Fallbeispiele.

Fallbeispiele	K (CKW)	HEF (KW)	HU (CKW)	W (CKW)	O (CKW)	R (Dep.)
Untersuchungsmethoden						
DPS mit Leitfähigkeitssensor	●	●	●	●	●	●
Tiefenzonierte GwProbenahme	●	●	●	●	●	●
Vor-Ort-Messung mit MIP	●	●		●		
GWModellierung	●	●	●	●	●	●
Fließrichtungsmessung (Phrealog)		○	○		○	
Immissions-PV	●	○	○		●	
Geophysikalische Messungen		●			●	
Markierungsversuch (FCKW, SF6)			○		●	
● = durchgeführt ○ = vorgeschlagen						

- die Geschwindigkeit und Flexibilität der Erkundung;
 - die Aussagekraft der Ergebnisse;
 - die Kosten und
 - die optimale Positionierung von GWM und Filterstrecken für ein längerfristiges GwMonitoring im entscheidenden Bereich.
5. Weitere Methoden zur Erkundung von GwVerunreinigungen sind bislang noch unzureichend

bekannt und werden selten genutzt. Dazu zählen:

- Messung von GwFließrichtung und -geschwindigkeit (GFV-Messtechnik/Phrealog);
- Immissions-Pumpversuche zur Ermittlung von Schadstofffrachten und räumlicher Verteilung der Fahnen;
- geophysikalische Bohrloch-Messungen;
- Markierungsversuche.

Überblick über marktverfügbare innovative Mess- und Probenahmetechniken (Grundwassermonitoring)

HANSJÖRG WEIB

Im Folgenden sollen neue und innovative Probenahmetechniken für das Grundwasser vorgestellt werden, wobei hierbei Methoden verstanden werden, die für die Probenahme Ergänzungen und

Verbesserungen gegenüber der derzeitigen gängigen Praxis aufweisen. Neben den aktuellen Direct-Push Technologien wird eine Auswahl an tiefenorientierten und passiven Beprobungstechniken präsentiert.

Direct-Push Technologien

Gegenüber den konventionellen Bohrtechniken, bei denen Bodenmaterial und Grundwasser aus dem Untergrund entnommen und ex-situ analysiert werden, ermöglichen Direct-Push-Technologien die Messung und Auswertung bodenphysikalischer und chemischer Parameter des Untergrundes sowie des Grundwassers in-situ. Direct-Push-Technologien nutzen dabei das Eigengewicht des Fahrzeugs und hydraulische Komponenten, wie Druckzylinder (z. B. Fugro), Percussionhammer (z. B. Geoprobe) und hochtourige Hydromotoren (z. B. Sonic-Samp Drill), um Stahlverrohrungen mit relativ geringem Durchmesser in den Untergrund zu drücken, zu stoßen oder einzuvibrieren. Die Verrohrungen können mit Sonden und Sensoren für die kontinuierliche, tiefen-

orientierte in-situ Messung geologischer, geophysikalischer und chemischer Daten und zusätzlich mit Probenahmegeräten ausgerüstet werden.

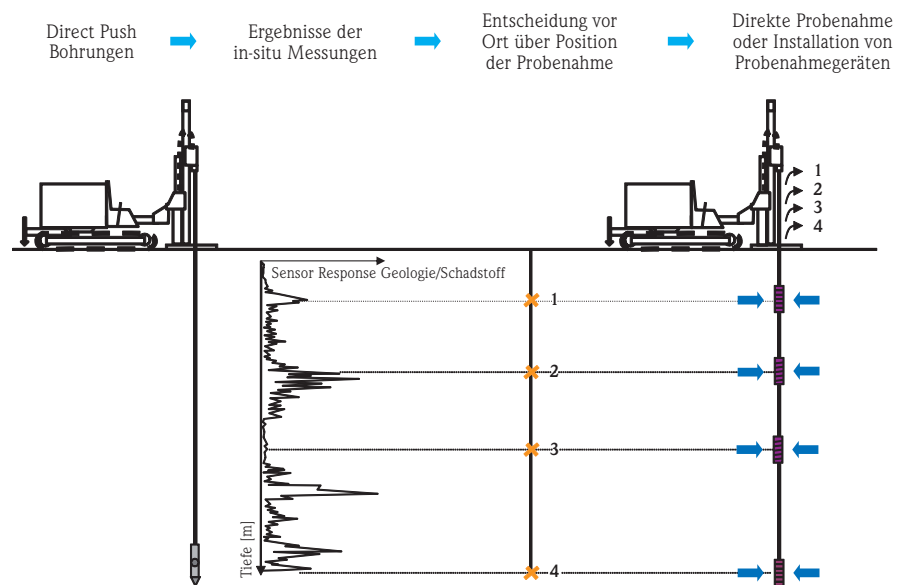


Abb. 1: Schematische Darstellung des schrittweisen Vorgehens von links nach rechts bei Erkundung mit Direct-Push Technologien (Quelle: Fa. imw, 2003).

Sensorsonden in der Direct-Push Technologie

- Aussagen über Lithologie bzw. geol. Aufbau:
- CPT (Cone-Penetrometer Test)-Standard- bzw. Porenwasserdrucksonde: Messung von Spitzen- und Mantelreibung
 - Wennersonde: Messung der elektr. Leitfähigkeit des Untergrundmaterials
- Nachweis von Schadstoffen:
- Fluoreszenzsonde LIF (Laser Induzierte Fluoreszenz) ROST/TarGOST/UVOST: aromatische und Mineralöl-Kohlenwasserstoffe
 - Membransonde MIP (Membrane Interface Probe): VOC (LCKW, BTEX)

Grundwasserprobennahmesysteme in der Direct-Push Technologie

- Bat-System
- Profiler und Screen-Point Sampler

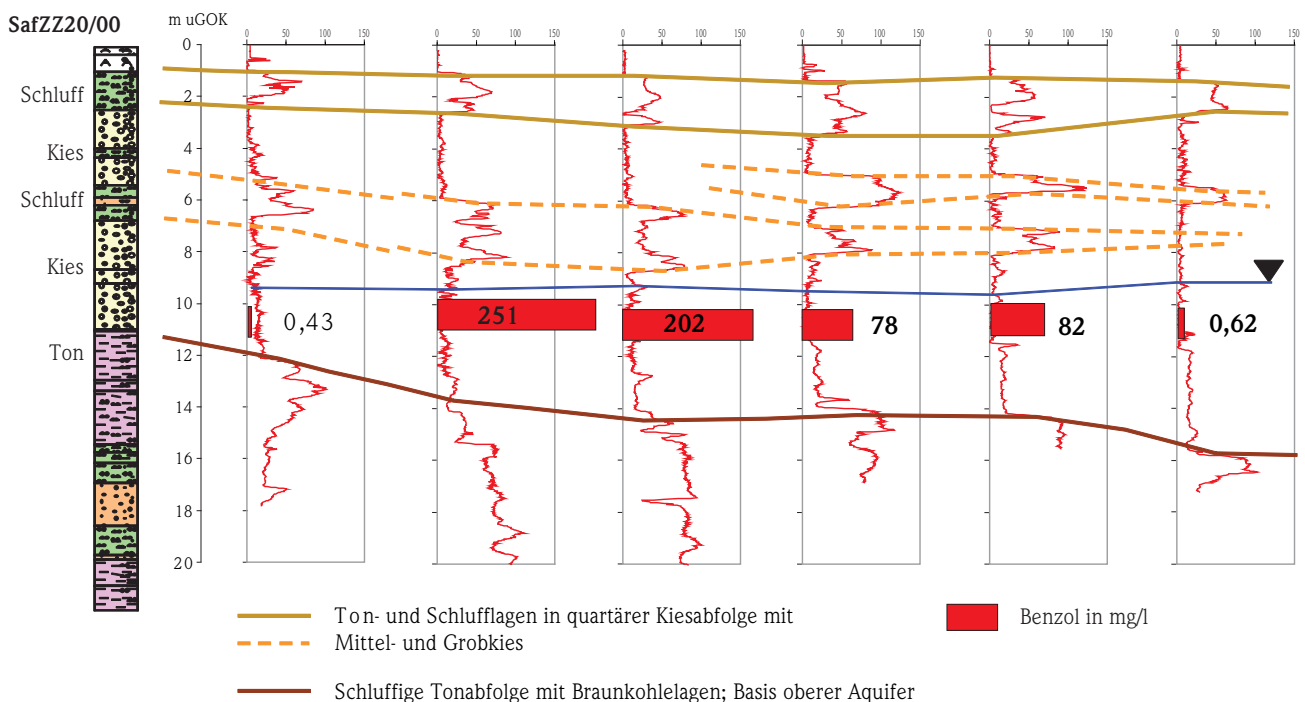


Abb. 2: Bodenprofil (links) und Ergebnisse eines EC-Log Profils alle 20 m (rote Kurven) und einer tiefenorientierten Beprobung auf Benzol (roter Balken, Konzentration in mg/l kurz unterhalb des Grundwasserspiegels (Quelle: Fa. imw, Ergebnisse SAFIRA, Zeitz, 2002).

Tiefenorientierte Probenahmetechnologien

Die tiefenorientierte Probenahme ist insbesondere für das Monitoring bei Sanierungen, Natural-Attenuation sowie bei der horizontalen und vertikalen Eingrenzung von Schadensherden, den Schadstoffquellen und -fahnen im Untergrund von Bedeutung. Bei der Beschreibung und Simulation von Natural-Attenuation-Prozessen müssen Konzentrati-

onsgradienten kleinräumig ermittelt werden. Hierzu muss besonders für leichtflüchtige Stoffe das Prinzip der sog. „sanften“ Probenahme (low-flow sampling) beachtet werden: Die Probenahme sollte mit möglichst geringen Förderraten vorgenommen werden, um die Konzentrationsgradienten im Grundwasser zu erhalten und die Proben möglichst ohne

eine Änderung der Konzentrationen der relevanten Wasserinhaltsstoffe an die Geländeoberfläche zu befördern. Die herkömmliche Probenahme wird dagegen meist mit hohen Pumpraten tiefenintegrierend vorgenommen, was eine Störung der vorhandenen Konzentrationsgradienten bewirkt und meist

nur schwer nachvollziehbare Mittelwerte der tatsächlichen Konzentrationen liefert.

Es existieren eine Reihe tiefenorientierter Probenahmetechnologien für bestehende und für neue Brunnen.

Tiefenorientierte Probenahme in bestehenden Brunnen

Im Folgenden werden die Ergebnisse zweier Multilevel-Packersysteme vorgestellt, die durch eine parallele Beprobung mit niedrigen Förderraten in unterschiedlichen Tiefen eine nahezu repräsentative

tiefenorientierte Grundwasserprobenahme – keine bis nicht relevante vertikale Gradienten im Kiesfilter vorausgesetzt – in konventionell ausgebauten Brunnen ermöglichen.

Scheiben- und Schlauchpackersystem

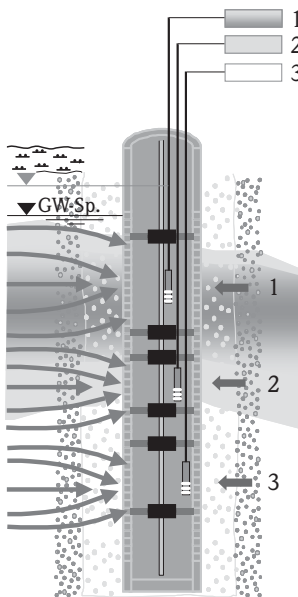


Abb. 3: Schematische Darstellung einer tiefenorientierten Beprobung in 3 Tiefen (Pfeile rechte Seite) mit einem Scheiben-Packersystem und Ausbildung eines Trennstromlinienfeldes (Pfeile linke Seite) bei paralleler Beprobung in 3 Tiefen (Quelle: Fa. imw, 2004).

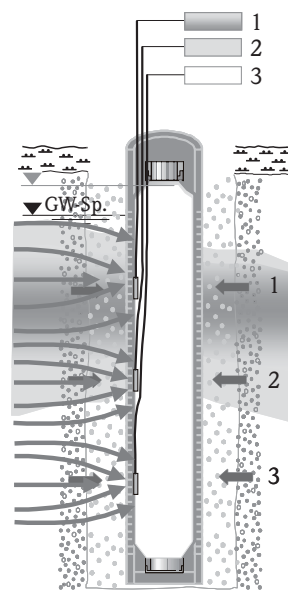


Abb. 4: Schematische Darstellung einer tiefenorientierten Beprobung in 3 Tiefen (Pfeile) in Bereichen unterschiedlicher Schadstoffkonzentration (3 farbliche Abstufungen). Wasserspiegel im Multilevel-Schlauchpacker ist höher als Grundwasserspiegel (Quelle: Fa. imw, 2004).

Mit beiden Packersystemen werden Vertikalströmungen und Belüftungseffekte im Brunnenfilter verhindert. Das simultane Pumpen mit Förderraten von 150–350 ml/min wird bis zur mehrminütigen Konstanz der Standardparameter (O₂, Redox, T, LF, pH) durchgeführt – dann erfolgt die Probenahme.

Beide Packer können als mobile Systeme zur kurzfristigen Probenahme oder für ein Langzeitmonitoring verwendet werden. Nach dem Ausbau kann der Brunnen in seiner ursprünglichen Funktion weiter genutzt werden.

Ergebnisse

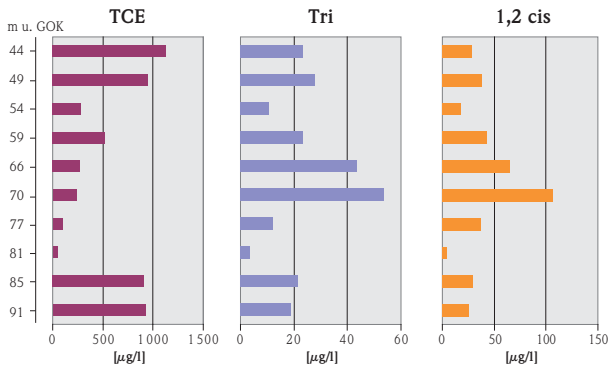


Abb. 5: Scheiben-Packer: 91 m, 10 Horizonte (Quelle: Fa. imw, KORA-Projekt: Ehestorf / Rosengarten, 2005).

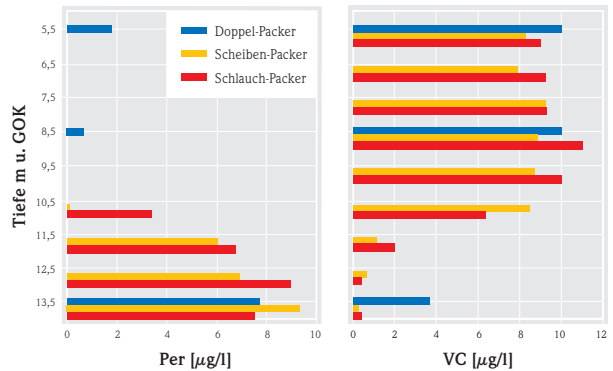


Abb. 6: Vergleich: Doppel-, Scheiben- und Schlauch-Packer (Quelle: Fa. imw, KORA-Projekt: Karlsruhe-Ost / Killisfeld, 2005).

Mit dem Scheiben-Packersystem konnten deutliche Konzentrationsunterschiede in den verschiedenen Beprobungshorizonten festgestellt werden.

Im Vergleich zur konventionellen tiefenorientierten Beprobung mit dem Doppel-Packer können Konzentrationsprofile mit dem Scheiben- und Schlauchpacker wesentlich genauer erfasst werden.

Tiefenorientierte Probenahme in neuen Brunnen:

CMT (Continuous Multichannel Tubing) System

Beim CMT-Multilevelbrunnen handelt es sich um ein mehrkanaliges Röhrensystem, das zum Ein-

bau bereits fertig geliefert wird oder direkt im Feld mit Probenahmeports und -filtern, Messstellenkopf,

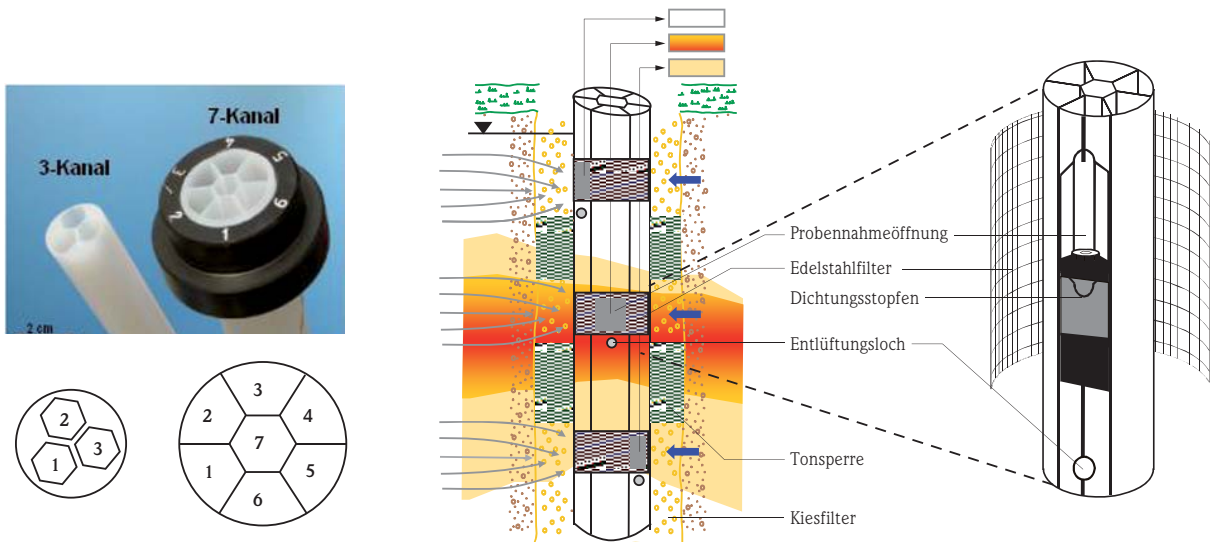


Abb. 7: 3-Kanal und 7-Kanal CMT Brunnensystem (links) mit schematischer Darstellung (mitte) einer tiefenorientierten Beprobung in 3 Tiefen (blaue Pfeile rechte Seite) und Ausbildung eines Trennstromlinienfeldes (Pfeile linke Seite) bei einer Beprobung in 3 Tiefen in Bereichen unterschiedlicher Schadstoffkonzentrationen (3 farbliche Abstufungen). Schematische Darstellung der Komponenten des Probenahmeports (rechts) (Quelle: Fa. imw, 2006).

Abstandshaltern etc. hergestellt wird. Der Einbau kann durch Direct-Push- oder herkömmliche Bohrverfahren erfolgen. Mit dem CMT-Multilevelbrunnen können der Grundwasserspiegel festgestellt sowie verschiedene Tiefenbereiche wiederholt beprobt werden.

Die CMT-Multilevelbrunnen sind aus parallel zueinander verlaufenden, voneinander getrennten Röhren aufgebaut und als 3-Kanal und 7-Kanal Version erhältlich. Die Probenahmeports werden durch

eine von außen gebohrte Probenahmeöffnung in den jeweiligen Kanal hergestellt. Der jeweilige Kanal wird dann mit einem speziellen Dichtungstopfen nach unten abgedichtet. Unter der Abdichtung wird eine Entlüftungsbohrung gesetzt, damit die Luft beim Einbau aus dem darunter liegenden Kanal entweichen kann. Die Probenahmeöffnungen werden mit Edelstahlsiebfiltern umschlossen. Optional können diese Probenahmeports mit vorgefertigten Sandfiltern ausgestattet werden.

Passive Probenahmetechnologien

Die passive Probenahme basiert auf der Anreicherung von ausgewählten Wasserinhaltsstoffen in einem Adsorbersystem. Die passive Anreicherung von Schadstoffen hat eine Reihe von Vorteilen gegenüber der aktiven Probenahme: Während bei der aktiven Grundwasserprobenahme eine Verfälschung der Probe durch das Mischen von schadstoffhaltigem und schadstofffreiem Wasser aus anderen Grundwasserhorizonten auftreten kann, beeinflussen die Passivsammler die Grundwasserströmung im Prinzip nicht. Außerdem entfällt die Entsorgung kontaminierten Grundwassers. Passivsammler benötigen keine Energiezufuhr und sind somit

einfach in abgelegenen Gebieten ohne Infrastruktur anwendbar. Das Gewinnen, der Transport und die Lagerung großer Probenvolumina entfallen. Sorptionsverluste an Förderschläuchen und Probenahmegefäßen müssen nicht beachtet werden. Ebenso ist der Verlust leicht flüchtiger Substanzen, wie er vor allem beim Einsatz von Saug- und Tauchpumpen beobachtet werden kann, vernachlässigbar.

Passivsammler lassen sich grob in Gleichgewichts- und zeitintegrierende Passivsammler einteilen. Die Abb. 8 stellt eine Auswahl derzeit kommerziell erhältlicher Passivsammler dar.

Passivsammler	Substanzen	Typ	Sammelzeiten
Passiv-Diffusions-Beutel-Sammler (PDBS)	Leichtflüchtige organische Substanzen: BTEX, CKW;	Gleichgewicht, quantitativ	mind. 14 Tage
Diffusions-Multi-Lagen-Sammler (DMLS)	Hydrophile Substanzen: BTEX, Metalle, Sulfat, Nitrat, Chlorid	Gleichgewicht, quantitativ	2 – 4 Wochen
Semi-Permeable-Membran-Device (SPMD)	Stark lipophile Substanzen: PCBs, Dioxine, Organochlor-Pestizide, PDBE	Zeitlich integrierend, für die meisten Substanzen, quantitativ	ca. 28 Tage
Keramik-Dosimeter & Toximeter	PAK, BTEX, CKW	Zeitlich integrierend, quantitativ	mehrere Monate
Gore®-Sorber	PAK, BTEX, MTBE, VOC, SVOC	Gleichgewicht, halbquantitativ	14 Tage
Gaiasafe-Sammler	Organische Verbindungen, Metalle, Anionen, undissoziierte Substanzen	Zeitlich integrierend, halbquantitativ	2 Tage – 2 Monate
Solid-Phase-Micro-Extraction (SPME)	PAK, BTEX, PCB, Pestizide, VOC	Gleichgewicht, quantitativ	30 Minuten

Abb. 8: Auswahl an Passivsammler, die sich nach der Art detektierbarer Substanzen, dem Sammeltyp und den benötigten Expositionszeiten unterscheiden (Quelle: Bopp, S. et al., „Passive Probenahme in Grund- und Oberflächenwasser – Ein Überblick“, Grundwasser, 2, 2004).

PDB (Polyethylen-Diffusions-Beutel) Sammler

Der PDB-Sammler wird zum Kurzzeit-Monitoring leichtflüchtiger organischer Schadstoffe im Wasser eingesetzt. Ein mit deionisiertem Wasser befüllter Polyethylenfolienschlauch dient als Membran, die für bestimmte Schadstoffe durchlässig ist. Diese Schadstoffe diffundieren so lange durch die Membran, bis sich ein Gleichgewicht zwischen den Konzentrationen im umgebenden Wasser und den Konzentrationen im Sammler eingestellt hat. Die Zeit

bis zur Gleichgewichtseinstellung ist dabei vom Schadstoff selbst, der Wassertemperatur und der Wiedereinstellung der Konzentrationsgradienten und Fließbedingungen in der Messstelle nach dem Einbau abhängig. Aus den Ergebnissen von Labor- und Feldstudien wird ein Expositionszeitraum von mindestens zwei Wochen angegeben. Der Sammler wird nach der Entnahme direkt im Gelände beprobt und anschließend entsorgt.

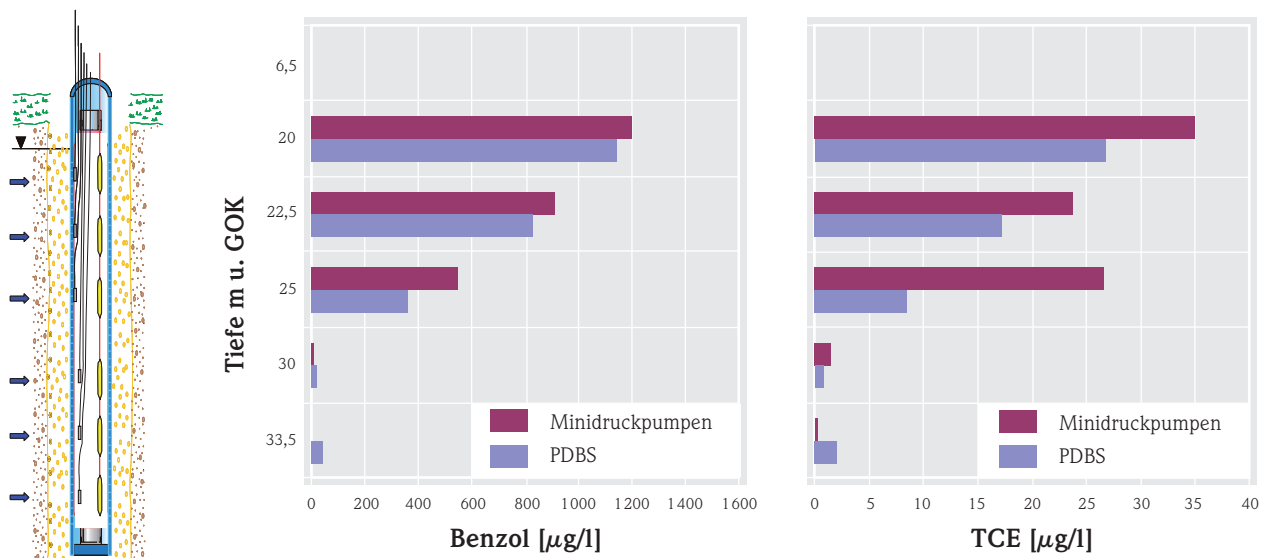


Abb. 9: Darstellung einer tiefenorientierten Beprobung mit einem Multilevel-Schlauchpacker in 6 Tiefen mit Mini-Druckpumpen und PDB-Sammler (gelb). Tiefenhorizontierte Probenahme in 6 Tiefen (Balkendiagramm), Flughafen (6 Mini-Druckpumpen und 6 PDBS über 2 Wochen (Quelle: Fa. imw, 2005).

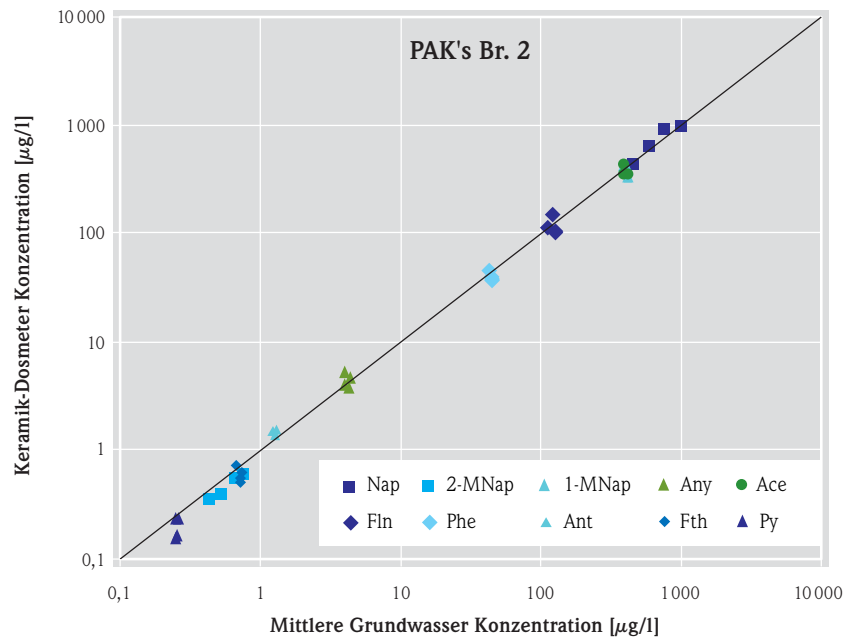
Keramik-Dosimeter

Das Keramik-Dosimeter wird zum Langzeit-Monitoring (mehrere Monate) organischer Schadstoffe im Wasser eingesetzt. Ein beidseitig verschlossenes Keramikrohr dient sowohl als Behältnis für das Adsorbiermaterial als auch inerte Membran. Die vergleichsweise „dicke“ poröse Keramik wirkt dabei als konstante Materialbarriere, die von den im Kontaktwasser gelösten Substanzen diffusiv durchströmt wird. Da die Dicke der Membran der geschwindigkeitsbestimmende Faktor für die Schadstoffaufnahme ist, wird diese daher – unabhängig

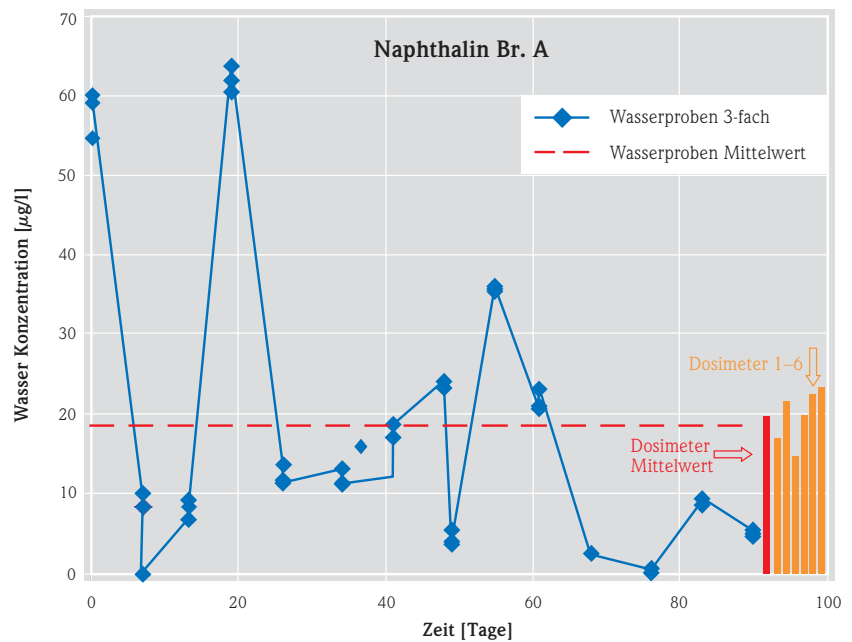
von den außen anliegenden Fließgeschwindigkeiten – nur von den Diffusionseigenschaften der Stoffe durch die Keramik bestimmt. Die Adsorbiermaterialien im Innern des Keramikrohrs besitzen sehr hohe Adsorptionskapazitäten und können somit ein maximales Konzentrationsgefälle zwischen außen und innen im Untersuchungszeitraum gewährleisten. Aus der adsorbierten Stoffmenge und dem Untersuchungszeitraum lässt sich die mittlere Konzentration der Stoffe im Kontaktwasser berechnen.

Abb. 10:

Ergebnis Keramik-Dosimeter: 4-monatiger Feldversuch im Grundwasser eines ehemaligen Gaswerksgeländes, Süddeutschland. (Keramikdosimeter wurden über 1, 2, 3 und 4 Monate eingesetzt, Grundwasser wurde konventionell alle zwei Wochen beprobt). Darstellung der PAK-Konzentrationen, die mit den Keramik-Dosimetern und aus Grundwasser-Pumpproben ermittelt wurden. Bei einer exakten Übereinstimmung liegen die Punkte auf Geraden (Quelle: Bopp, S., „Development of a passive sampling device for combined chemical and toxicological long-term monitoring of groundwater“, Promotionsarbeit UFZ-Leipzig, 2004).

**Abb. 11:**

Ergebnis Keramik-Dosimeter: 3-monatiger Feldversuch im Grundwasser nahe dem Fluss mit stark schwankenden Schadstoffkonzentrationen. (6 Keramikdosimeter wurden über 3 Monate eingesetzt, Grundwasser wurde 2-fach alle 5–7 Tage beprobt (Quelle: Martin, H. et al., „Field trial of contaminant groundwater monitoring: comparing time-integrating ceramic dosimeters and conventional water sampling“, ES&T, 37, 1360–1364, 2003).



Perspektiven für den zukünftigen Einsatz von Passivsammlern

Eine Anwendungsmöglichkeit der Passivsammlertechnologie könnte sein, dass dieser im Fall der Verunreinigung eines Grundwasserleiters oder Oberflächengewässers den anliegenden Industriebetrieben als entlastendes Beweismaterial gegenüber den

ermittelnden Behörden dient. Zeitlich integrierende Passivsammler zeigen auch dann ein Signal, wenn irgendwann während des Überwachungszeitraumes eine zeitlich limitierte Verunreinigung auftrat. Umgekehrt können Passivsammler von Vertretern

der Behörden als Kontrollinstrument im Gewässerschutz genutzt werden. Passivsammler können dann entsprechend den im jeweiligen Betrieb anfallenden Substanzgruppen mit passenden Sammelmateriale konzipiert und in den Einleitungs- bzw. Ableitungsströmen installiert werden. Mögliche Positionierungen können Abflussrohre in die öffentliche Kanalisation, Einleitungsrohre in Flüsse und Seen sowie im Abstrom gelegene Grundwassermessstellen sein. Durch ihre zum Teil erheblichen Aufnahmekapazitäten haben viele Passivsammler das Potenzial, mehrere Monate bis Jahre am Einsatzort zu verbleiben und die Qualität des Wassers „rund um die Uhr“ zu überwachen. Dies bedeutet im Vergleich zu einer aktiven Kontrolle durch Stichtagsbeprobungen eine erhebliche Einsparung an Kosten für Personal, Geräte, Analytik und Zeit. Durch ihre einfache Handhabung im Gelände – positionieren, abwarten, entnehmen, analysieren – werden individuelle Fehler bei der Probenahme auf ein Minimum reduziert. Gleichzeitig werden Konzentrationsschwankungen, die infolge von z. B. starken Niederschlägen oder Änderungen im Fließregime bei Pumpversuchsmaßnahmen zu kurzfristigen Extremwerten führen können, über den Untersuchungszeitraum gemittelt

und haben somit keine nennenswerten Auswirkungen auf den langfristigen Trend.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, welches Potenzial und vielfältige Einsatzmöglichkeiten Passivsammler in der kontinuierlichen Überwachung der Wasserqualität haben. Es ist sicherlich die Aufgabe der Forschung, die Passivsammler weiter zu verbessern, beispielsweise im Hinblick auf die Vermeidung störender Biofilme in Oberflächengewässern, die Eignung von Sammelmateriale für neue Stoffgruppen und die Kopplung von chemischer und toxikologischer Bewertung. Die Aufgabe von Behörden und Beratungs- bzw. Ingenieurbüros aus dem Tätigkeitsfeld Wasser wird es jedoch sein, das große Potenzial der Passivsammler für ihre Zwecke bei der Überwachung der aquatischen Umwelt zu erschließen. Dabei zeigen die Erfahrungen von Kollegen vor allem aus dem Nordamerikanischen Raum, dass für einige Fragestellungen die passive Probenahme den wachsenden Ansprüchen an eine kontinuierliche, zeit- und raum-integrierende Erfassung potenziell schädlicher Substanzen im Wasser effektiver und kostengünstiger gerecht werden kann als dies bei der konventionellen Probenahme der Fall ist.

Infothek

Altlasten im Internet <http://www.hlug.de>

Das Fachgebiet **Altlasten** bietet auf der Homepage des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Informationen rund um die Altlastenbearbeitung in Hessen an. Auf der Startseite stehen Materialien zu folgenden Themen zur Verfügung:

- Aktuelle Informationen
- Altlastenbearbeitung
- Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien (Fachdokumente)

Zur Vertiefung der Themen stehen folgende Buttons zur Verfügung:

- Ansprechpartner
- Altflächendatei
- Anerkennungen
- Altlastenanalytik
- Altlastenbearbeitung
- Zahlen und Fakten
- Arbeitshilfen
- Fachdokumente
- Archiv

● **Ansprechpartner**

Hier bieten wir die Möglichkeit, zuständige Partner für Ihre altlastenrelevanten Fragestellungen zu finden.

● **Altflächendatei**

Auskunft über Altablagerungen, Altstandorte, schädliche Bodenveränderungen und Grundwasserschadensfälle

Das „Altflächen Informationssystem-Hessen – (ALTIS)“ als Teil der Altflächendatei gibt Auskunft über Altablagerungen, Altstandorte, schädliche Bodenveränderungen und Grundwasserschadensfälle. In diesem Beitrag können Sie erfahren, welche Informationen in ALTIS vorgehalten werden, wer sie aus ALTIS bekommen kann und wer diese Informationen gibt.

Fachinformationssystem (FIS) Altlasten und Grundwasserschadensfälle

Das neue Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle in Hessen – FIS AG – unter dem „Hessischen Umweltmanagement- und Informationssystem“ (HUMANIS) wird vorgestellt.

● **Anerkennungen**

Nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) kann die zuständige Behörde verlangen, dass bestimmte Aufgaben der Erfassung, Erkundung, Beurteilung und Sanierung von Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen durch Sachverständige erfüllt werden, die nach § 18 BBodSchG zugelassen sind.

Unter dem Button „Anerkennungen“ steht das **Verzeichnis der in Hessen zugelassenen Sachverständigen im Bereich des Bodenschutzes** und das **Bundesweite Verzeichnis der zugelassenen Sachverständigen (ReSyMeSa)** sowie die entsprechenden **Rechtsgrundlagen** zur Verfügung.

● **Altlastenanalytik**

Die hier vorgestellten Verfahren wurden vom Fachgremium Altlastenanalytik für den täglichen Vollzug der Altlastenbearbeitung konzipiert und werden daher zum Teil auch in der Bundesbodenschutzverordnung (PAK; BBodSchV, Tab. 5) bzw. in landesspezifischen Gesetzen (BTX/LHKW in

NRW, § 25 LAbfG) berücksichtigt. Mit diesem Verfahren soll der Zeitraum bis zum Erscheinen von genormten Verfahren überbrückt und der Vollzug inzwischen auf eine sichere Basis gestellt werden. Alle hier beschriebenen Verfahren sind durch mehrere Ringversuche (arbeitskreis-intern und extern) validiert.

● **Altlastenbearbeitung**

Unter „Grundlagen“ werden die Ziele und der Ablauf der Altlastenbearbeitung in Hessen detailliert dargestellt. Desweiteren werden aktuelle Beiträge des HLUG zur Altlastenanalytik, zur Untersuchung von Altlasten, zur Grundwassersanierung, zu Schadstofffrachten im Grund- und Sickerwasser sowie zu den natürlichen Abbau- und Rückhalteprozessen im Grundwasser veröffentlicht.

● **Altlasten – Zahlen und Fakten**

Dieser Zahlenspiegel stellt die aktuelle Situation der Altlastenbearbeitung in Hessen in Fallzahlen dar. Die Auswertung stützt sich im Wesentlichen auf die beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) in Zusammenarbeit mit den Regierungspräsidien geführte Altflächendatei, zu der die Kommunen und zahlreiche Behörden Beiträge liefern. Dieser Zahlenspiegel erscheint einmal pro Jahr.

● **Arbeitshilfen**

Hier stehen Kurzinformationen zu den Bänden der Reihe *Handbuch Altlasten*, zu *Arbeitshilfen* und zur *Sanierungsbilanz*. Einige Bände sind auch als Volltext verfügbar. Darüberhinaus stellen wir das *Altlasten-annual* vor.

● **Fachdokumente**

Es stehen Dokumente zu den Themen:

- Fachdokumente Altlasten
- Fachdokumente Bodenschutz
- Fachdokumente Finanzierungsregelungen
- Fachdokumente Bodenschutz- und Altlastenrecht
- Fachdokumente Anerkennung von Untersuchungsstellen und Sachverständigen
- HLUG-Arbeitshilfen

zur Verfügung. Die Dokumente werden ständig aktualisiert. Anregungen und Verbesserungsvorschläge werden vom Dezernat gern entgegen genommen.

● **Archiv**

Im Archiv finden Sie die Programme der Fortbildungsveranstaltungen des Dezernates Altlasten und die Seminarprogramme der Altlasten-Seminare der drei letzten Jahre. Sie können alle Seminarbeiträge im *Altlasten-annual* des jeweiligen Jahres nachlesen.

Infothek



<http://www.hlug.de>

Handbuchreihe Altlasten

Handbuch Altlasten, Band 1 Altlastenbearbeitung in Hessen (1999) € 7,50

Gefährliche Stoffe auf ehemaligen Industriestandorten oder in Abfallablagerungen haben vielfach zu Verunreinigungen in Grundwasser und Boden geführt. Es gilt deshalb gezielt jene Flächen herauszufinden, die saniert werden müssen. Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie hat den gesetzlichen Auftrag, für Hessen gültige und sinnvolle Regeln und Verfahren der Altlastenbearbeitung zu erarbeiten und zu veröffentlichen. Die verschiedenen Bände des Handbuchs Altlasten informieren Fach- und Vollzugsbehörden, öffentliche Gebietskörperschaften, Sachverständige und Untersuchungsstellen sowie die interessierte Öffentlichkeit über die technischen und rechtlichen Aspekte der Altlastenbearbeitung; insbesondere angesprochen sind auch Betroffene und Verursacher von Altlasten. Das Handbuch Altlasten dokumentiert den Stand der Technik, ist Arbeitshilfe, Regelwerk und Entscheidungshilfe. Es kann und soll jedoch nicht die individuelle Betrachtung des Einzelfalls ersetzen.

Der Band 1 gibt einen programmatischen Überblick über die Ziele und Konzepte des Landes Hessen bei der Altlastenbearbeitung und informiert über rechtliche, finanz- und datenverarbeitungstechnische Grundlagen.

Die Darlegungen beruhen auf dem Hessischen Altlastengesetz. Sobald hessische Regelungen zum Bundes-Bodenschutzgesetz und zur Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung getroffen sind,

werden sie in einer Neuauflage dieses Handbuchs berücksichtigt.

Handbuch Altlasten, Band 2 Erfassung von Altflächen

Teil 2 € 7.50 Erfassung von Altstandorten (2003) Volltext verfügbar *

Das Handbuch Erfassung von Altstandorten wurde in Zusammenarbeit mit dem Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main verfasst. Es richtet sich an die Kommunen und an von diesen mit der Erfassung von Altstandorten beauftragte Dritte. Die hessischen Kommunen sind nach dem Gesetz verpflichtet, dem HLUG ihre Kenntnisse über die in ihrem räumlichen Zuständigkeitsbereich liegenden Altstandorte mitzuteilen. Diese Daten werden für Planungen, Berichtspflichten und Auskünfte an Betroffene benötigt. Mit Hilfe des in diesem Leitfadens beschriebenen Vorgehens kann der Aufwand für die Altstandortenerfassung minimiert werden.

Teil 4 € 7.50 Branchenkatalog zur Erfassung von Altstandorten (2008) Volltext verfügbar *

Für die systematische Erfassung von Altstandorten (stillgelegte Anlagen) werden in Hessen die kommunalen Gewereregister herangezogen. Der Branchenkatalog dient der Ermittlung der altlastenrelevanten Betriebe und deren Zuordnung zu Bran-

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

chen und Branchenklassen. Der Katalog basiert auf der Klassifikation der Wirtschaftszweige 2003 des Statistischen Bundesamtes und ersetzt das bisherige Handbuch „Codierung und Einstufung von Altstandorten“ von 1996.

Teil 5 nur im Internet

PC-Programm AltPro (Version 4.1.5) Anwenderhandbuch (2008)

Volltext verfügbar *

Schnelle Verfügbarkeit umfassender und aktueller Informationen über Altflächen ist dringende Erfordernis bei der Wahrnehmung verschiedener Planungs- und Verwaltungsaufgaben. Dies gilt ganz besonders auf kommunaler Ebene, etwa bei der Bauleitplanung oder bei der Bearbeitung von Bauanträgen. Um einerseits einen problemlosen Zugang zu den vorhandenen Informationen zu gewährleisten und andererseits eine unkomplizierte Datenerfassung zu ermöglichen, wird das PC-Programm AltPro (Altstandort-Erfassungsprogramm) für Kreise und Kommunen kostenfrei zur Verfügung gestellt.

Anlage 1 nur im Internet

Formulare zur Datenerhebung bei Altflächen

Volltext verfügbar *

Handbuch Altlasten, Band 3 Erkundung von Altflächen

Teil 1 € 15,-
Einzelfallrecherche (1998)

Nach der Erfassung der Altflächen wird die 2. Stufe der Altlastenbearbeitung als Einzelfallrecherche und orientierende Untersuchung bezeichnet.

Die Einzelfallrecherche ist die beprobungslose Erkundung einzelner Altflächen mit Hilfe von Akten und Kartenauswertungen sowie Ortsbesichtigungen. Die Orientierende Untersuchung schließt eine gezielte technische Erkundung mit Probennahme und Analytik ein, um einen konkreten Verdacht ermitteln oder ausschließen zu können. Der Einzelfallrecherche kommt deshalb besondere Bedeutung zu.

Der Band Einzelfallrecherche ist das Ergebnis eines intensiven Diskussionsprozesses einer Arbeitsgruppe, in der Landesbehörden, Kreise, Kommunen, der Umlandverband Frankfurt, die HLT Ges. für Forschung, Planung und Entwicklung mbH sowie ein erfahrenes Ingenieurbüro vertreten waren.

Es wurde ein Handlungsmodell entwickelt, das einen praktikablen Weg beschreibt, um mit einem vertretbaren Arbeits- und Kostenaufwand Grundlagen für Beurteilungen und Entscheidungen zu legen und zu verknüpfen:

- Zusammenführung verschiedener Rechtsbereiche.
- Darstellung fachlich und wirtschaftlich optimierter Verfahren und Methoden zur Ermittlung des Altlasten-Anfangsverdachts.
- Handlungsgrundlagen für private Betroffene und Behörden durch angemessene Interpretation der gewonnenen Ergebnisse.

Die einzelnen Arbeitsschritte werden genau beschrieben. Vorgangsbezogene Formulare, Zusammenstellung von Informationsquellen für Daten, Karten und Luftbilder, Anschriften, Ablaufschemata etc. erleichtern die Bearbeitung.

Die strukturierte Vorgehensweise dieses Bandes dient insgesamt dem Ziel, Arbeitsabläufe und Entscheidungen klar und eindeutig durchzuführen. Ein erhöhter Arbeitsaufwand und zusätzliche Kosten, die durch umständliche Nachrecherchen entstehen können, lassen sich auf diese Weise vermeiden.

Formulare Einzelfallrecherche

Volltext verfügbar *

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

Teil 2

€ 20,-

Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadensfällen (2002)

Volltext verfügbar *

Neubearbeitung des Handbuchs „Untersuchung altlastenverdächtiger Flächen“ von 1996

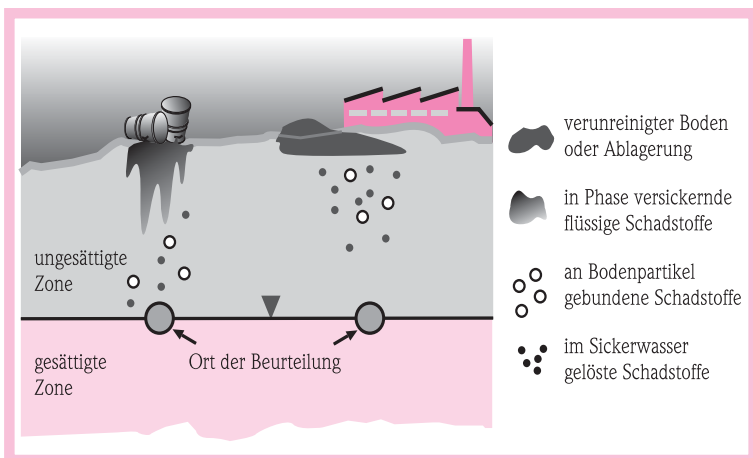
Die Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadensfällen nimmt bei der Bearbeitung von Verdachtsflächen eine Schlüsselposition ein, weil auf den Ergebnissen von orientierenden Untersuchungen und Detailuntersuchungen weitreichende Entscheidungen getroffen werden. Der Altlastverdacht wird entweder bestätigt oder ausgeräumt.

Das Handbuch besteht aus den Hauptteilen

- Wassererkundung
- Bodenerkundung
- Bodenlufterkundung

In ergänzenden Kapiteln werden die Themen Saugkerzen, Elutionsverfahren, spezielle Verfahren zur Grundwasseruntersuchung, geophysikalische Erkundungsmethoden sowie Untersuchungen von Sedimenten, Stäuben und Pflanzen behandelt. Weitere Themen sind Arbeitsschutz, Qualitätssicherung und die Anforderungen an Gutachten.

Aufgabe des Handbuchs ist es, geeignete und in



der Praxis angewandte Untersuchungsmethoden vorzustellen. Unter Berücksichtigung der Vorgaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) werden die Einsatzgebiete, Vor- und Nachteile der Untersuchungsmethoden beschrieben. Das Handbuch gibt einen Untersuchungsstandard vor, der im Einzelfall an die Standortgegebenheiten angepasst und ggf. erweitert werden kann.

Teil 3

€ 15,-

Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser – Sickerwasserprognose – (2. überarbeitete Aufl. 2002)

Volltext verfügbar *

Mit dem Instrument der Sickerwasserprognose soll die von verunreinigtem Boden ausgehende Gefährdung des Grundwassers abschätzt werden. Die Sickerwasserprognose ist anwendbar, wenn der Schadensherd in der ungesättigten Bodenzone liegt und der Transport von Schadstoffen aus dem Schadensherd in das Grundwasser über das Sickerwasser stattfindet (s. Abb. unten links).

Ziel der Sickerwasserprognose ist die Abschätzung der Schadstoffkonzentration und -fracht im Sickerwasser am so genannten Ort der Beurteilung. Dieser befindet sich etwa im Bereich des Grundwasserhöchststandes. In der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) werden drei Möglichkeiten aufgezählt, wie die Sickerwasserprognose durchgeführt werden kann: Bodenuntersuchungen im Labor, Untersuchungen im Grundwasser und In-situ-Untersuchungen.

Bis zum Erscheinen des vorliegenden Handbuchs fehlten jedoch praktikable Instrumente zur Umsetzung der Sickerwasserprognose. Insbesondere die Ermittlung der Schadstofffreisetzung aus Böden, z. B. mittels Elutionsverfahren, sowie die Beurteilung des Rückhalte- und Abbauvermögens der ungesättigten Bodenzone lassen einen breiten

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

Mobilität der Schadstoffe	Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone	Schadstoffgehalte im Boden	Grundwasser-gefährdung
hoch	(-)	sehr hoch oder hoch	wahrscheinlich
		gering	zu erwarten
mittel	gering	sehr hoch oder hoch	wahrscheinlich
		gering	zu erwarten
	mittel	sehr hoch	wahrscheinlich
		hoch oder gering	zu erwarten
	hoch	sehr hoch oder hoch	zu erwarten
		gering	nicht zu erwarten
gering	gering	sehr hoch	wahrscheinlich
		hoch	zu erwarten
	mittel oder hoch	gering	nicht zu erwarten
		sehr hoch	zu erwarten
			hoch oder gering

Interpretationsspielraum zu. Computergestützte Stofftransportmodelle, die prinzipiell zur Beschreibung der Vorgänge in der ungesättigten Bodenzone geeignet sein könnten, sind nur in wenigen Fällen praktikabel. Daher hat das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) in Zusammenarbeit mit einem Arbeitskreis aus Fachleuten der Umweltverwaltung das vorliegende Handbuch als praxistaugliche Arbeitshilfe zur Sickerwasserprognose entwickelt. Das Handbuch ist insbesondere für orientierende Untersuchungen nach § 9 Abs. 1 BBodSchG geeignet und richtet sich an die Mitarbeiter in Behörden und Ingenieurbüros.

Wesentliche Bestandteile des Handbuches sind

- Datenblätter mit Angaben zu den chem.-physik. Eigenschaften organischer Stoffgruppen sowie zu deren Mobilität und Abbaubarkeit
- Kurzbeschreibung der wichtigsten Elutionsverfahren mit Hinweisen zum Anwendungsbereich und zu Vor- und Nachteilen
- Tabellen, mit denen der Schadstoffrückhalt und -abbau im Untergrund und die Grundwasser-gefährdung abgeschätzt werden können
- Bearbeitungshinweise für den Fall, dass Bodenverunreinigungen in der gesättigten Zone liegen.

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

Das nachfolgende Beispiel eines Heizöl-Schadensfalls zeigt das Ablaufschema bei einer Sickerwasserprognose nach den Vorgaben des Handbuches. Die Sickerwasserprognose findet im Beispielfall auf Basis von Bodenuntersuchungen statt, die im Rahmen einer orientierenden Untersuchung durchgeführt wurden. Die Einstufung der Grundwassergefährdung beruht dabei auf drei Säulen, die gleichberechtigt nebeneinander stehen:

1. Mobilität der Schadstoffe,
2. Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone,
3. Schadstoffgehalte im Boden.

Mobilität der Schadstoffe:

Aus Anhang 1 des Handbuches kann entnommen werden, dass Heizöl aufgrund seiner chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften eine mittlere Mobilität aufweist.

Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone:

Im Beispielfall soll aufgrund der geologischen Untergrundverhältnisse eine mittlere Schutzfunktion angenommen werden. Für die Einstufung wird die Tabelle 1 des Handbuches herangezogen.

Schadstoffgehalte im Boden:

In Bodenproben wurden Gehalte an Mineralölkohlenwasserstoffen bis zu 8000 mg/kg bestimmt. Nach Anhang 3 des Handbuches sind die Schadstoffgehalte als sehr hoch einzustufen.

Grundwassergefährdung:

Für die Einstufung der Grundwassergefährdung wird die nebenstehende Tabelle herangezogen (Tabelle 2 im Handbuch).

Im Beispielfall kommt die Sickerwasserprognose zu dem Ergebnis, dass eine Grundwassergefährdung wahrscheinlich ist. Daher liegt der hinreichende Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung mit Auswirkungen auf das Grundwasser vor, so dass die zuständige Behörde Detailuntersuchungen nach § 9 Abs. 2 BBodSchV anordnen kann.

Teil 4

Chemische analytische Untersuchungen von Altlasten – Laborverfahren – Stoffsammlung (2003)

€ 5,-

Volltext verfügbar *

Auf der 42. Umweltministerkonferenz wurde die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) beauftragt, Vorschläge für eine länderübergreifende Einrichtung und Vereinheitlichung eines Qualitätssystems für Altlastenleistungen zu erarbeiten. Im Jahre 1995/96 und 2000 wurden die vorhandenen Unterlagen, die in den einzelnen Ländern vorhanden waren, gesammelt, geordnet und bewertet. Dies erfolgte durch das Institut Fresenius im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG). Als Bewertungskriterium wurde herangezogen, ob die einzelnen Analysenverfahren für eine länderübergreifende Anwendung geeignet sind. Die Auswertung erfolgte für die verschiedenen Umweltkompartimente Wasser, Boden, Bodenluft und Elutionsverfahren für eine Liste altlastenrelevanter Parameter. In einem abschließenden Kapitel wurden Vorschläge für Qualitätssicherungsmaßnahmen für das Gebiet der Umweltanalytik zusammengestellt.

Für die Darstellung wurden die Methodenbeschreibung, die Verfahrenskenngrößen und die Bewertung der einzelnen Methoden in einer Tabelle aufgeführt.

Diese Zusammenstellung wurde im Jahr 2000 vom HLUG in der Schriftenreihe Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz Heft 217 „Laboranalytik bei Altlasten“ veröffentlicht.

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist es, diese Veröffentlichung zu aktualisieren, um die in den letzten zwei Jahren erarbeiteten Analysenverfahren zu berücksichtigen. Im Bereich Wasser und Boden wurden zahlreiche Verfahren aus der europäischen

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

sowie internationalen Normungsarbeit übernommen, so dass heute immer mehr ISO-Normen für die Untersuchungen zur Verfügung stehen.

Im Jahre 1999 wurde auch die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) verabschiedet. Die dort aufgeführten Methoden wurden in dieser Aufstellung berücksichtigt, soweit diese altlastenrelevant sind. Die BBodSchV befasst sich auch mit dem Schutz von Kulturböden. Dort sind zum Teil Analysenverfahren aufgeführt, die für belastete Materialien nicht einsetzbar sind. Ferner sind in der BBodSchV für die Analytik von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen keine Verfahren genannt.

Diese Aufstellung der Analysenverfahren gibt den derzeitigen Stand für die Untersuchung von Schadstoffen wieder und kann nicht ohne Rückfrage mit dem Labor zur Festlegung des Analysenverfahrens für einen bestimmten Parameter herangezogen werden, da das Analysenverfahren auch durch die Fragestellung bestimmt sein kann. Ferner werden in den kommenden Jahren neue Analysenverfahren entwickelt werden, die für die jeweilige Fragestellung besser geeignet sein können. Die Laborverfahren bei der Altlastenuntersuchung unterliegen einer stetigen Fortentwicklung und müssen daher fortgeschrieben und aktualisiert werden.

Teil 5 € 7,50 **Auswertung von Mineralöl-Gaschromatogrammen (2005)**

Volltext verfügbar *

Boden- und Grundwasserverunreinigungen mit Mineralölprodukten (Benzin, Kerosin, Diesel, Heizöl, Hydrauliköl) treten häufig auf. Das bisher angewendete Analysenverfahren „H 18“ darf nicht mehr angewendet werden, da dieses Verfahren auf der Verwendung eines vollhalogenierten Frigens beruht. Die Verwendung dieser ozonschädigenden Frigene ist jedoch mittlerweile verboten.

Als Alternative zu dem „H 18-Verfahren“ stehen gaschromatographische Verfahren für Wasser-, Boden- und Abfalluntersuchungen zur Verfügung. Diese Verfahren sind zwar aufwändiger, haben aber einen wichtigen Vorzug: Bei der Auswertung von MKW-Gaschromatogrammen sind Rückschlüsse über die Art, die Zusammensetzung und den Abbaugrad der Mineralölprodukte in einer Probe möglich.

Im vorliegenden Handbuch wird erläutert, wie MKW-Gaschromatogramme qualitativ ausgewertet werden können. Anhand typischer Beispielchromatogramme können Vergleiche mit Chromatogrammen aus konkreten Schadensfällen gezogen werden.

Bei konkreten MKW-Schadensfällen ist das HLUG gerne zur Unterstützung bei der Auswertung von MKW-Gaschromatogrammen bereit. Ansprechpartner ist Herr Zeisberger
Tel. 06 11/69 39-748,
e-mail: volker.zeisberger@hlug.hessen.de

Teil 6 € 7,50 **„Ermittlung von Schadstofffrachten im Grund- und Sickerwasser“ (2008)**

Volltext verfügbar *

Die Abschätzung von Schadstofffrachten im Sicker- und Grundwasser gewinnt bei der Altlastenbearbeitung an Bedeutung. So sind bei der Sickerwasserprognose nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) neben Schadstoffkonzentrationen auch Schadstofffrachten im Sickerwasser zu berücksichtigen, um den Wirkungspfad Boden-Grundwasser bewerten zu können.

Schadstofffrachten im Grundwasser sind relevant für die Entscheidung,

- ob eine Grundwassersanierung erforderlich ist
- ob eine laufende Grundwassersanierung beendet

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

werden kann, obwohl die Sanierungszielwerte (i. d. R. Stoffkonzentrationen) noch nicht erreicht sind

- ob natürliche Abbau- und Rückhalteprozesse bei Monitored Natural Attenuation (MNA) aktive Sanierungsverfahren ergänzen bzw. ersetzen können.

Im vorliegenden Handbuch wird die Ermittlung von Schadstofffrachten sowohl im Sicker- als auch im Grundwasser beschrieben. Für die Bewertung der Schadstofffrachten liegen zwar keine bundeseinheitlichen Vorgaben vor. Jedoch haben einzelne Bundesländer Regelungen zur Bewertung von Grundwasserfrachten getroffen, z.B. gilt in Hessen das Handbuch Altlasten „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserunreinigungen“.

Teil 7 € 7,50 **Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserunreinigungen (2008)**

Volltext verfügbar *

Wenn durch den unsachgemäßen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen eine Grundwasserunreinigung eingetreten ist, gelten für die Entscheidung über eine Grundwassersanierung die Vorgaben der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserunreinigungen (GWS-VwV). Ziel der vorliegenden Arbeitshilfe ist die Erläuterung und fachliche Konkretisierung der in der GWS-VwV genannten Ausführungen zu schädlichen Grundwasserunreinigungen und Sanierungen bei Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Grundwasserschadensfällen. Der Schwerpunkt der Arbeitshilfe liegt bei den Fragestellungen

- Liegt eine schädliche Grundwasserunreinigung vor?
- Ist die Sanierung eines Grundwasserschadens erforderlich?

Weiterhin werden in der Arbeitshilfe folgende Themen kurz behandelt:

- Sanierungsziele
- Optimierung und Beendigung von Sanierungen

- Stand der Technik
- Einleitung von Hilfsstoffen in das Grundwasser bei In-situ-Sanierungen
- Einleitung von Grundwasser in Abwasseranlagen und oberirdische Gewässer.

Bei der Prüfung, ob bei einer Altlast, einer schädlichen Bodenveränderung oder einem Grundwasserschaden ein Sanierungsbedarf besteht, sind vor allem die im Grundwasser gelöste Schadstoffmenge und die mit dem Grundwasser transportierte Schadstofffracht relevant. Die in der Arbeitshilfe beschriebenen Bewertungsmaßstäbe für die Schadstoffmenge und -fracht wurden anhand von 35 hessischen Schadensfällen auf Plausibilität geprüft. Die endgültige Entscheidung über den Handlungsbedarf bleibt stets eine Einzelfallentscheidung. Die Arbeitshilfe richtet sich an Mitarbeiter in Behörden und Ingenieurbüros, die bei der Sanierung von Grundwasserschäden beteiligt sind. Sie wurde von einer Arbeitsgruppe mit Vertretern des Umweltministeriums, der Regierungspräsidien und Unteren Wasserbehörden sowie des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (Federführung) erarbeitet.

Handbuch Altlasten, Band 4 **Rüstungsalstandorte**

Die effiziente, zuverlässige Erkundung und Bewertung potenziell kontaminierter Standorte (altlastenverdächtige Flächen) ist insbesondere bei Rüstungsalstandorten eine unerlässliche Voraussetzung für den verantwortungsvollen Boden- und Grundwasserschutz. Das HLUG hat deshalb schon vor mehreren Jahren die Entwicklung eines entsprechenden Leitfadens sowie eines umfassenden Materialienbandes in Auftrag gegeben.

Teil 1 € 7,50 **Historisch-deskriptive Erkundung (1998)**

Im Handbuch **Rüstungsalstandorte Teil 1** wird das methodische Vorgehen bei der **historischen Erkundung** altlastenverdächtigter Flächen

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

aus der Zeit der ehemaligen Kriegs- bzw. Rüstungsproduktion sowie der Nutzung für Zwecke der militärischen Infrastruktur im Kriege beschrieben.

Quellen zur Informationsbeschaffung werden genannt und ein Konzept zur Dokumentation der Recherche-Ergebnisse vorgestellt.

Teil 2 € 17,50
Materialien über ehemalige Anlagen und Produktionsverfahren auf Rüstungsalstandorten (1996)

Im Handbuch Rüstungsalstandorte Teil 2 sind Materialien über ehemalige Anlagen und Produktionsverfahren auf Rüstungsalstandorten zusammengestellt, die oftmals eine detaillierte Rekonstruktion altlastenrelevanter Nutzungen und auch singulärer Ereignisse auf den Altstandorten und ihrer näheren Umgebung ermöglichen.

Die Fachinformationen reichen von der Beschreibung der Produktionsverfahren zur Herstellung von rüstungsspezifischen chemischen Stoffen über die Darstellung von Anlagen zur Herstellung von Kampfmitteln und von Anlagen auf Standorten der militärischen Infrastruktur bis zur Schilderung der Munitionsvernichtung nach Kriegsende in Hessen.

**Handbuch Altlasten, Band 5
 Bewertung von Altflächen**

Teil 1 € 7,50
Einzelfallbewertung (1998)

Die Einzelfallbewertung ist ein Verfahren zur Bewertung von Altstandorten und Altablagerungen im Rahmen der Einzelfallrecherche. Dabei handelt es sich um eine beprobungslose Erkundung mittels Aktenrecherche und Ortsbesichtigung. Die Einzelfallbewertung unterstützt die Entscheidung, ob ein Altlasten-Anfangsverdacht oder sogar ein Altlastenverdacht vorliegt.

Spezielle Bewertungsformulare erleichtern die Bearbeitung. Sie können per Hand oder mittels

EXCEL bearbeitet werden. An Beispielen wird gezeigt, wie Wahrscheinlichkeit und Umfang von Umweltgefährdungen durch Altflächen abgeschätzt werden können. Beeinträchtigungen von Wasser, Boden und Luft werden mit Hilfe eines Punktesystems bewertet. Aus der Summe der erreichten Punkte ist ersichtlich, ob und welche weiteren Maßnahmen erforderlich sind.

Mit dem Band Einzelfallbewertung steht ein wirkungsvolles Instrument zur Verfügung, um gewonnene Daten zu strukturieren, nachvollziehbar zu interpretieren sowie weiteren Handlungsbedarf abzuleiten.

Excel-Formulare Einzelfallbewertung

Volltext verfügbar *

**Handbuch Altlasten, Band 6
 Sanierung von Altlasten**

Die Altlastenproblematik bewegt die umweltpolitische Diskussion seit Mitte der 80er Jahre. Damals wurde einer breiteren Öffentlichkeit bewusst, dass die in Altlasten enthaltenen Schadstoffe kostspielige und zeitintensive Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und zum Schutz der Umwelt erfordern.

Die unmittelbar Betroffenen, wie Nutzer, Anwohner und Eigentümer, aber auch mögliche Käufer solcher Grundstücke, sind erheblich verunsichert. Sie erwarten von den Umwelt- und Planungsbehörden Vorschläge für den sachgerechten Umgang mit den Hinterlassenschaften der Vergangenheit.

Teil 1 € 7,50
Arbeitshilfe zur Verfüllung bei der Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten (2007)

Volltext verfügbar *

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

Sanierungen von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten („Bodensanierung“) erfolgen in Hessen häufig durch Aushub des kontaminierten Materials mit anschließender Verfüllung der Baugruben. Verfüllt werden im Sanierungsgebiet anfallende oder von außerhalb kommende Bodenmaterialien. Dafür werden jährlich zigtausende Tonnen von Bodenmaterial verwendet.

Der Umgang mit Böden ist durch eine Reihe von Vorschriften aus verschiedenen Rechtsbereichen geregelt. Diese Regelungen sind nicht widerspruchsfrei.

Trotzdem gibt es bislang weder in Hessen noch auf Bundesebene für die Verfüllung von Baugruben bei Sanierungen schädlicher Bodenveränderungen und Altlasten eine fachliche Unterstützung. Diese Fragestellung wird auch nicht in der „Vollzugshilfe zu §12 BBodSchV“ [5] und den Technischen Regeln der LAGA – M20 [9,10] oder sonstigen hessischen Verfüllungsregelungen („Straßenbauerlass“ [4], „Richtlinie Verwertung in Tagebauen“ [3]) behandelt.

Auch wenn diese Vorschriften die Verfüllung von Baugruben bei der Sanierung schädlicher Bodenveränderungen und Altlasten nicht regeln, wurden sie in der Praxis gleichwohl angewandt. Das führte zu einer Vielzahl von unterschiedlichen Vorgehensweisen und gegebenenfalls zu Ungleichbehandlungen. Die Arbeitshilfe will einen einheitlichen Vollzug fördern, was auch unter ökologischen und ökonomischen Aspekten geboten ist.

Bei der Verfüllung sollen nicht nur die Schadstoffbelastungen, sondern auch die Bodenfunktionen berücksichtigt werden. Das BBodSchG nennt in §2 (2) natürliche Funktionen, Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie Nutzungsfunktionen. Es sollten also weitgehend schadstoffarme Materialien verwendet werden, die sich für die vorgesehene Folgenutzung eignen.

Das heißt, diese Arbeitshilfe soll

- die allgemeinen Vorgaben, insbesondere des Bodenschutzrechtes, bei Verfüllungen in Sanierungsbereichen fachlich und rechtlich konkretisieren,
- zuständigen Behörden eine allgemein gültige Grundlage für Beratungen und Entscheidungen

liefern,

- erhebliche Unterschiede in der Sanierungspraxis vermeiden helfen und
- dazu beitragen, die Verfüllungsentscheidung nachvollziehbar zu gestalten.

Teil 4

€ 10,-

Altablagerungen in der Flächennutzung (1996)

Mit der vorliegenden Schrift soll gezeigt werden, wie die mit der Raumplanung und Altlastenbearbeitung befassten Stellen, aber auch die Baugenehmigungsbehörden und planenden Ingenieure rechtzeitig und gemeinsam die Probleme angehen können. Beispiele zeigen, wie durch eine differenzierte Nutzung Altablagerungen durchaus in eine Flächenbewirtschaftung integriert werden können.

Handbuch Altlasten, Band 7 Analyseverfahren

Im Jahre 1998 wurde das Verfahren „Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen in Feststoffen aus dem Altlastenbereich (Teil 2)“ von dem Fachgremium Altlastenanalytik veröffentlicht. Dabei handelt es sich nur um eine vorläufige Methode, da hier – aufbauend auf ISO TR 11046 – noch das Extraktionsmittel 1,1,2-Trichlortrifluorethan (R 113) verwendet wird. Im April 2001 wurde das Bestimmungsverfahren durch ein grundsätzlich neues Prinzip zur „Bestimmung von MKW mittels Kapillargaschromatografie in Feststoffen aus dem Altlastenbereich (Teil 3)“ ersetzt.

Die hier beschriebene Methode ist zur analytischen Bestimmung von MKW in Böden und ggf. auch in schwierigen Altlastenmaterialien geeignet.

Mit diesem Verfahren werden alle Verbindungen als Mineralölkohlenwasserstoffe erfasst,

- die mit dem Extraktionsmittelgemisch ACETON/PETROLETHAN aus der Originalprobe extrahiert werden können,
- die bei der Extraktreinigung an FLORISIL nicht

adsorbiert werden,

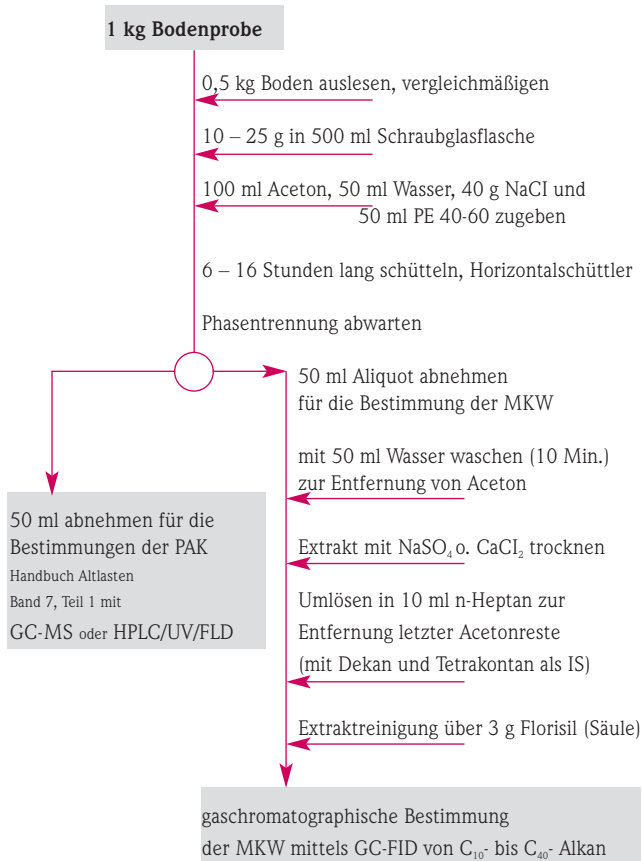
- deren Retentionszeiten im Gaschromatogramm auf unpolaren Kapillarsäulen zwischen DEKAN (C10) und TETRAKONTAN (C40) liegen und die mit GC-FID detektiert werden.

Die quantitative Bestimmung des so definierten MKW-Gehalts erfolgt durch Peakflächenvergleich mit einer Mischung aus additivfreiem Diesel-/Schmierölgemisch (1:1 m/m).

Das Verfahren ist so konzipiert, dass von einem Aliquot eines Extraktes gem. Handbuch 7, Teil 1, zur Bestimmung der PAK ausgegangen wird und nach Einengung, die zugleich die Entfernung von Aceton aus dem Extraktgemisch vorteilhaft fördert, in die inzwischen für Wasser und Abfall, aber auch für Boden gemäß ISO TC 190/CD 16703, Soil Quality, Determination of mineral oil content by gas chromatography gültige Detektion mittels HRGC-FID einmündet.

Bereits im Jahr 2000 veröffentlichte das Fachgremium Altlastenanalytik das validierte Analyseverfahren zur „Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbereich (Teil 4)“.

Fließschema des Bestimmungsverfahrens



für MKW:

Diese Methode kann mindestens zur Bestimmung der folgenden aufgeführten Verbindungen

LHKW

1,1,1-Trichlorethan
Trichlorethen
Tetrachlorethen
Dichlormethan
Tetrachlormethan
cis-1,2-Dichlorethen
1,1-Dichlorethen

BTEX

Benzol
Toluol
Ethylbenzol
Xylol (o-, m-, p-)
Styrol
Cumol
n-Propylbenzol

angewandt werden:

Auch weitere, hier nicht genannte Verbindungen, z.B. MTBE, können bestimmt werden.

Bei allen hier zu untersuchenden Verbindungen handelt es sich um leichtflüchtige Substanzen aus dem Bereich der Lösungsmittel und der Kraftstoffe. Daher muss bereits bei der Probennahme darauf geachtet werden, dass die Verluste an leichtflüchtigen Verbindungen durch Verdampfung so gering wie möglich gehalten werden. Dieses wird durch sofortige Überschichtung mit Extraktionsmittel im Feld am besten gewährleistet.

Daher werden im Teil 4 erstmals in einem Bestimmungsverfahren für die Bodenuntersuchung auch die Probennahme, Probenvorbehandlung und Probenaufbereitung vorgegeben und ausführlich beschrieben.

Das zur Extraktion verwendete Lösungsmittel muss prinzipiell folgende Eigenschaften erfüllen:

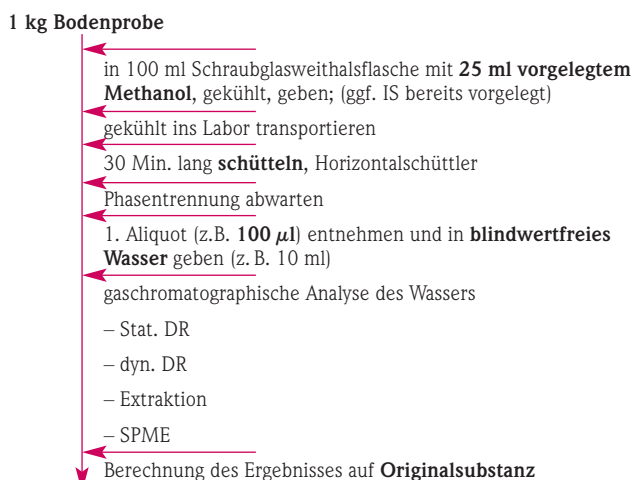
- gute Löslichkeit für die Analyten
- gute Benetzung der Feststoffpartikel
- mit Wasser vollständig mischbar
- feldtauglich (leichte Handhabbarkeit)
- relativ geringer Dampfdruck
- blindwertfreie Qualität verfügbar
- geringe Toxizität

In einem öffentlichen Ringversuch vom November 2000 wurden neben Methanol folgende Lösungsmittel zur Extraktion verwendet: Acetonitril, Dimethylformamid, Methoxyethanol, Ethylglykol. Systematische Unterschiede gegenüber Methanol wurden dabei nicht erkannt.

Die Analyse des Extraktes kann anschließend mit allen Verfahren der Wasseranalytik erfolgen, nachdem ein kleines Aliquot in Wasser gegeben worden ist (z. B. stat. Dampfraum, dyn. Dampfraum, Extraktion, SPME).

Die Verbindungen werden über gaschromatische Trennung und Detektion mit geeigneten Detektoren, z. B.: GC-MS, GC-FID, GC-ECD, identifiziert und quantifiziert.

Fließschema des Bestimmungsverfahrens von BTEX/LHKW (Beispiel am Lösungsmittel



ggf. umrechnen auf TR

Methanol):

Teil 1

€ 5,-

Bestimmung von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Feststoffen aus dem Altlastenbereich (1998)

Volltext verfügbar *

Das hier beschriebene Verfahren mündet sowohl in die Bestimmung der PAK mittels GC-MS als auch mittels HPLC-UV/FLD. Im GC-Teil berücksichtigt es bereits die Entwicklungen einer künftigen ISO-Norm (ISO/DIS 18287:2002), die sich allerdings nur mit GC-MS befasst. Der entscheidendere Schritt ist die Extraktion, die auf eine bewährte Vorgehensweise aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Untersuchungen zurückgeht. Dieses Verfahren bildet auch einen wichtigen Baustein für die künftige ISO-Norm.

Teil 3

€ 5,-

Bestimmung von Mineralöl-Kohlenwasserstoffen (MKW) mittels Kapillargaschromatographie in Feststoffen aus dem Altlastenbereich (2001)

Volltext verfügbar *

Die Extraktion der MKW mit **1,1,2-Trichlortrifluorethan** wurde durch **Aceton, Petrolether, Kochsalz** und **Wasser** abgelöst, die Detektion erfolgt mit GC-FID. Hier handelt es sich um denselben Extrakt, wie er in Band 7 Teil 1 für die PAK beschrieben ist. Somit können aus einem einzigen, jedoch geteilten Extrakt gleich zwei eng zueinander gehörige Zielgruppen analysiert werden. Die Randbedingungen der Identifizierung und Quantifizierung sind deckungsgleich mit dem Konzept der für Böden im ISO TC 190 (ISO/DIS 16703:2002) bereits seit vielen Jahren festgelegten Konzeption (C10 bis C40). Beide Verfahren, die FGAA-Methode und das des ISO/DIS, werden derzeit überarbeitet. So hat sich herausgestellt, dass der bei FGAA formulierte Umlösungsschritt durch zweimaliges Waschen mit Wasser ersetzt werden kann. Beim Einengen des Extraktes besteht die Gefahr, dass bei hohen PAK-Konzentrationen diese im Petrolether ausfallen und vor der Extraktreinigung – ohne die Elutropie des Extraktes zu verän-

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

dern – nicht wieder in Lösung gebracht werden können. Dagegen hat sich inzwischen beim ISO/DIS das Verhältnis von Extraktionsmittel zur Einwaage als zu gering herausgestellt.

Einzelheiten hierzu finden sich im **Abschlussbericht** des F + E Vorhabens der BAM: „Gezielte Untersuchung und Optimierung der Verfahrensschritte für die gaschromatographische Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen in Feststoffen aus dem Altlastenbereich nach der Methode des FGAA“, Februar 2003.

Dieser Abschlussbericht wird durch verschiedene photographische Abbildungen (**Anhang 2.1** und **Anhang 2.2**) ergänzt.

Teil 4

€ 5,-

Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbereich (2000)

Volltext verfügbar *

Das Verfahren beruht auf der sofortigen Konservierung des Bodenmaterials im Feld, indem der Boden – am besten durch einen geeigneten Kernstecher – in eine vorgelegte Masse eines geeigneten Lösungsmittels gegeben wird. Die Einwaage wird dann im Labor durch Rückwiegen ermittelt. Von diesem Extrakt wird ein kleines Volumen abgenommen und in Wasser gegeben. Die analytische Bestimmung der BTEX/LHKW kann dann mit allen Verfahren der Wasseranalytik durchgeführt werden. Aus diesem Verfahren wird demnächst eine ISO-Norm hervorgehen: ISO/CD 22155:2002, die allerdings nur die statische Dampfdruckanalysemethode des Wassers zum Gegenstand hat. Das FGAA-Verfahren wird in einem staatlichen Labor in hohem Maße auch für Klärschlämme eingesetzt und hat sich bestens bewährt. Allerdings muss dann dem erhöhten Wasseranteil des Schlammes bei der Berechnung des Endergebnisses Rechnung getragen werden durch ein additives Glied V_{wp} in der

Auswertungsformel [2] des Manuskriptes:

$$c_{iOS} = \frac{c_{iW} \cdot (V_E + V_{wp}) \cdot V_W}{v_a \cdot m_B} \quad [2]$$

V_{wp} = Volumen des Wasseranteils in der Probe bzw. im Klärschlamm

Das in der Probe vorhandene Wasser vergrößert das Volumen des Extraktionsmittels, z. B. Methanol.

Bei Böden wurde der Wasseranteil deshalb vernachlässigt, da er nur bei deutlichem Überschreiten von 10 % (m/m) in die signifikanten Stellen eingeht. Wenn jedoch aus dem gesättigten Bereich Proben gewonnen werden, ist der Wasseranteil nicht zu vernachlässigen und kann nach der oben wiedergegebenen Formel berücksichtigt werden.

Teil 5

nur im Internet

Bestimmung von ausgewählten sprengstofftypischen Verbindungen in Feststoffen aus dem Altlastenbereich mit Gaschromatographie (2004/2005)

Volltext verfügbar *

Teil 6

Arbeitshilfe – Angabe der Messunsicherheit bei Feststoffuntersuchungen aus dem Altlastbereich (2003)

Volltext verfügbar *

In der BBodSchV wird die Angabe der Messunsicherheit gemäß der Normen DIN 1319 Teil 3 und DIN 1319 Teil 4 verlangt. Diese beiden Normen sind jedoch schwer verständlich und daher für den Laboralltag nicht geeignet. Ebenso ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 : 2000-04 für Prüf- und Kalibrierlaboratorien erforderlich, die Messunsicherheit

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

ihrer Analysenverfahren im Prüfbericht anzugeben. Für die Laboratorien, die die Messunsicherheit angeben müssen, wurde eine Arbeitshilfe zum Thema „Unsicherheit von Messergebnissen“ erstellt. Diese enthält sowohl theoretische Grundlagen: Kapitel 3 und 4, als auch praktische Anwendungen: Anlagen. Sie wendet sich auch an Behörden, die bei der Bewertung von Analyseergebnissen zukünftig die Messunsicherheit berücksichtigen müssen (Kapitel 7). Die Arbeitshilfe behandelt neben einfachen Grundlagen nur die Bestimmung und Bewertung der Messunsicherheit bei der analytischen Untersuchung von Feststoffen, speziell von Altlastenproben. Die Unsicherheitsproblematik der Probennahme ist nicht Gegenstand dieser Abhandlung. Die Arbeitshilfe ist möglichst einfach gehalten und ohne größeren experimentellen bzw. mathematischen Aufwand durchführbar. Anwendern, die sich nicht für die theoretischen Grundlagen interessieren, wird empfohlen, nur die Kapitel 6 und 7 sowie die Anlagen 2 bis 4 zu lesen. Zusätzlich sind Vorschläge zur Vereinheitlichung der Angabe der Messunsicherheit sowie der Darstellung im Bericht gemacht worden.

Handbuch Altlasten, Band 8 Überwachung

Teil 1 € 7,50
Arbeitshilfe zu überwachten natürlichen Abbau- und Rückhalteprozessen im Grundwasser (Monitored Natural Attenuation MNA)
(2. Aufl. 2005)

Volltext verfügbar *

Bei Grundwasserverunreinigungen, die durch aktive Sanierungsmaßnahmen schon weitgehend reduziert wurden, können unter bestimmten Voraussetzungen natürliche Abbauvorgänge im Grundwasser anstelle weiterer, möglicherweise langwieriger aktiver Sanierungsmaßnahmen genutzt

werden. Die Arbeitshilfe enthält Grundsätze und Kriterien für die behördliche Beurteilung, in welchen Fällen auf eine aktive Grundwassersanierung zugunsten von natürlichen Schadstoffminderungsprozessen verzichtet werden kann.

Der Geltungsbereich der Arbeitshilfe umfasst die natürlichen Abbau- und Rückhaltevorgänge im Grundwasser. Relevante Schadstoffe sind die organischen Schadstoffgruppen MKW, BTEX, LCKW und PAK. Diese werden im Hinblick auf ihr Ausbreitungsverhalten und ihre Abbau- und Rückhalteigenschaften dargestellt. Die maßgeblichen Parameter zur Beurteilung und Überwachung der natürlichen Schadstoffminderungsprozesse werden aufgeführt.

In den Grundlagen für die Akzeptanz werden die wesentlichen Kriterien benannt, die bei der behördlichen Entscheidung über die Eignung eines Standortes für MNA zu prüfen sind.

Die notwendigen Verfahrensschritte bei der Anwendung von MNA werden beschrieben und die Anforderungen an die Antragsunterlagen, die vom Sanierungspflichtigen vorzulegen sind, werden definiert.

Die Arbeitshilfe liefert damit die Grundlage für ein einheitliches Verwaltungshandeln im Umgang mit MNA in Hessen.

Teil 2 €12,-
Arbeitshilfen zur Überwachung und Nachsorge von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten (2005)

Volltext verfügbar *

Das Handbuch enthält vier Arbeitshilfen, welche sich jeweils mit einem speziellen Bereich der Altlastenüberwachung befassen:

- Langzeitüberwachung und Funktionskontrolle

* <https://www.hlug.de/medien/altlasten/abstracts/abstracts.htm>

von Dichtwandumschließungen

- Langzeitüberwachung von Reaktiven Wänden
- Überwachung von biologischen in-situ-Sanierungen
- Kriterien für die Beendigung von Grundwasser- und Bodenluftüberwachungen.

In den ersten drei Arbeitshilfen, welche jeweils die Überwachung von bestimmten Sanierungsverfahren zum Thema haben, werden die Schwachstellen und Risikopotentiale der einzelnen Verfahren aus-

föhrlich dargestellt und Empfehlungen für spezifische Überwachungsprogramme gegeben.

Die vierte Arbeitshilfe beschäftigt sich mit verfahrensübergreifenden Kriterien, die bei einer Entscheidung über die Fortsetzung oder Beendigung von Überwachungsmaßnahmen herangezogen werden können.

Die Arbeitshilfen wurden anlässlich von mehreren Fachgesprächen, die das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie im Jahr 2004 veranstaltet hat, erarbeitet und sind jetzt in einem Band zusammengefasst erschienen.

Sonstige Veröffentlichungen

Arbeitshilfen zur Qualitätssicherung in der Altlastenbehandlung

(2003)

Ringordner € 15,-

Um einen bundesweit einheitlichen Qualitätsstandard in der Altlastenbearbeitung festlegen zu können, fehlte es bisher an gemeinsamen Anforderungen durch die Bundesländer. Mit den im Mai 2001 veröffentlichten „Arbeitshilfen zur Qualitätssicherung in der Altlastenbehandlung“ steht den Altlastenbehörden sowie den beteiligten Sachverständigen und Untersuchungsstellen gleichermaßen ein länderübergreifendes Regelwerk zur Verfügung, welches Vorgaben für die technische Erkundung und Bewertung von Altlasten und altlastverdächtigen Flächen enthält.

Diese „Arbeitshilfen“ sind das Ergebnis einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe, deren Aufgabe es war, Anforderungen zur Qualitätssicherung für alle Untersuchungsschritte von der Probennahme über die Analytik bis zur Ergebnisbewertung zu formulieren. Diese recht umfangreiche Aufgabenstellung wurde von der Arbeitsgruppe in acht einzelne Teilthemen aufgeteilt, welche jeweils von einzelnen Bundesländern oder dem Umweltbundesamt erarbeitet wurden. Dementsprechend setzen sich die „Arbeitshilfen“ aus diesen Beiträgen zusammen. Die ersten drei Teilthemen umfassen den Schwerpunkt Probennahme:

- Das Teilthema 2.1 „Untersuchungsstrategie“ widmet sich der qualifizierten Vorbereitung der beiden Erkundungsstufen orientierende Untersuchung und Detailuntersuchung. Es enthält Hinweise für die Aufstellung eines Beprobungsplanes sowie für die Erstellung eines Analysekonzeptes.

- Die Anforderungen an die praktische Durchführung von Probennahmen werden im Teilthema 2.2 „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ beschrieben. Hier werden u.a. Vorgaben für die Errichtung von Bodenluft- und Grundwassermessstellen und Hinweise für die Entnahme der Proben gegeben.
- Das Teilthema 2.3 „Probenbehandlung“ befasst sich mit der Auswahl der je nach Untersuchungsmedium und -parameter geeigneten Probengefäße und deren Handhabung, den spezifischen Verfahren der Konservierung und den Bedingungen für den Transport von Proben.

Die nächsten drei Teilthemen beinhalten den Schwerpunkt Analytik:

- Das Teilthema 2.4 enthält Empfehlungen für den Einsatz von Vor-Ort-Analytik im Rahmen der orientierenden Untersuchung. Für die hierbei möglichen Parameter werden die geeigneten Bestimmungsmöglichkeiten und Messmethoden vorgestellt. Desweiteren werden Empfehlungen für die Auswahl der speziellen Messtechnik gegeben und Anforderungen an Qualitätssicherungsmaßnahmen genannt.
- Das Teilthema 2.5 enthält eine Zusammenstellung der Analyseverfahren, welche speziell für die Untersuchung von Wasser- und Feststoffproben aus der Altlastenerkundung geeignet sind. Darüber hinaus werden die Bedingungen für die Durchführung einer analytischen Qualitätssicherung beschrieben.
- Unter dem Titel „Biologische Verfahren in der Laboranalytik“ werden im Teilthema 2.5a ökotoxikologische Testsysteme vorgestellt und Hinweise zu deren Einsatzmöglichkeiten bei der Altlastenuntersuchung gegeben. Die Testverfahren werden anhand verschiedener Kriterien beurteilt, um somit eine Hilfestellung bei der Auswahl geeigneter Verfahren anzubieten.

Der Schwerpunkt Beurteilung und Bewertung wird im Teilthema 2.6 behandelt:

- Gegenstand des Teilthemas 2.6. sind die Anforderungen an die fachliche Beurteilung der Untersuchungsergebnisse von altlastverdächti-

gen Flächen durch Sachverständige. Neben inhaltlichen Vorgaben und Empfehlungen zur Vorgehensweise enthält das Teilthema Hinweise für die Plausibilitätsprüfung von Messergebnissen.

Das letzte Teilthema beinhaltet den Schwerpunkt Simulation:

- Das Teilthema 2.7 befasst sich mit der Simulation von Strömungs- und Stofftransportprozessen im Grundwasser mit Hilfe von Modellen. Hierbei werden die Aspekte der Qualitätssicherung bei der Simulation aufgezeigt, welche in den einzelnen Bearbeitungsstufen von der Beauftragung bis zur Dokumentation und Abnahme der Ergebnisse zu beachten sind.

Da es sich bei den „Arbeitshilfen“ vorerst noch um einen, allerdings bundesweit abgestimmten Entwurf handelt, bleibt die Veröffentlichung den einzelnen Bundesländern überlassen. In Hessen wird das Werk vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie als Ringordner herausgegeben. Nach einer Erprobungsphase ist die endgültige Bearbeitung unter Berücksichtigung der bis dahin gesammelten Erfahrungen mit der Anwendung der „Arbeitshilfen“ vorgesehen.

Parallel zu den dargestellten acht Teilthemen wurden bundesweit die fachlichen und materiellen Anforderungen an Sachverständige und Untersuchungsstellen erarbeitet, welche Eingang in die beiden folgenden Merkblätter fanden:

- „Merkblatt über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG“, beschlossen von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) im Januar 2000 und von der Amtschefkonferenz der Umweltressorts von Bund und Ländern am 11./12. Oktober 2000
- „Merkblatt für die Notifizierung von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten“, beschlossen von der LABO im September 2000.

Diese beiden Merkblätter sind ebenfalls in der hessischen Ausgabe der „Arbeitshilfen“ zur weiteren Information enthalten.

Sanierungsbilanz – € 20,- Stand der Altlastensanierung in Hessen – Übersicht über den Einsatz von Sanie- rungsverfahren und -techniken 1996–2001

(2003)

ISBN 3-89026-806-4

Die vorliegende gemeinsame Studie der Fachhochschule Wiesbaden und des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie zeigt die Entwicklung in den Jahren 1996–2001 auf.

Die Altlastenbearbeitung in Hessen besteht in der Erfassung, Datenpflege und dem konkreten Vollzug, der letztlich bei einer erklärten Altlast zur Sanierung des kontaminierten Geländes führen muss. Hierfür ist es wichtig, über die statistischen Entwicklungen in Hessen hinsichtlich der Sanierung von belasteten Flächen Bescheid zu wissen.

Wie viele erklärte Altlasten in Hessen gibt es insgesamt, wie viele davon sind im Zustand der Sanierung, wie viele sind in einem bestimmten Zeitraum saniert worden? Gibt es regionale Unterschiede? Gibt es Zusammenhänge zwischen spezifischer Belastung und gewählten Sanierungsverfahren? Wie lange dauern bestimmte Sanierungsverfahren? Lassen sich Aussagen treffen über zukünftige Entwicklungen? Vor allem in den letzten Jahren hat die Zahl der abgeschlossenen Altlastensanierungen in Hessen deutlich zugenommen. Auf der Grundlage der Daten, die vor allem von den Vollzugsbehörden bereitgestellt wurden, konnte erstmals eine umfangreiche statistische Auswertung der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen vorgenommen werden. Mit der vorliegenden Sanierungsbilanz steht ein aktueller Überblick über den Einsatz von Sanierungstechniken in Hessen für den Zeitraum von 1996–2001 zur Verfügung. Es werden Branche, betroffene Medien, das Schadstoffspektrum, angewandte Verfahren und der zeitliche Verlauf der Sanierung mit der jeweiligen Verfahrensdauer erfasst und ausgewertet.

Die Ergebnisse sollen in erster Linie den mit Altlastensanierungen befassten Behörden sowie kommunalen und privaten Sanierungspflichtigen als Informationsgrundlage dienen und sie bei der Planung und Durchführung von Sanierungsmassnahmen unterstützen.

Ihre Bestellung



- richten Sie bitte schriftlich an das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie
- – Vertriebsstelle –
- Postfach 3209, 65022 Wiesbaden,
- Fax: 0611 - 69 39 113 oder E-Mail: vertrieb@hlug.hessen.de

An Behörden werden i. d. R. jeweils 2 Exemplare eines Bandes kostenlos abgegeben.

(Preise: Stand Juli 2009, Änderungen vorbehalten).



**Hessisches Landesamt
für Umwelt und Geologie**
– Vertriebsstelle –
Postfach 3209, 65022 Wiesbaden

Lieferanschrift

Name

Behörde/Firma

Straße

PLZ Ort

Telefon/Fax

Datum

Unterschrift

Bestellung / Anzahl der Exemplare

<input type="checkbox"/>	Titel	Band	Teil	€	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Titel	Band	Teil	€	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Titel	Band	Teil	€	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Titel	Heft Nr.		€	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Diskette			€	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Altlasten-annual 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007				kostenlos

Die Autoren dieser Ausgabe

Wolfgang Bernhardt

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt
Wilhelminenstraße 1–3

64278 Darmstadt

Dieter Binder

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Frankfurt
Gutleutstr. 114

60327 Frankfurt am Main

Dr. Justus Brans

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Mainzer Straße 80

65189 Wiesbaden

PD Dr. habil. Markus Ebert

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Geowissenschaften
Ludewig-Meyn-Str. 10

24118 Kiel

Jürgen Fehl

Regierungspräsidium Kassel
Abt. Umwelt- und Arbeitsschutz
Hubertusweg 19

36251 Bad Hersfeld

Hans-Joachim Fleck

Regierungspräsidium Kassel
Abt. Umwelt- und Arbeitsschutz
Hubertusweg 19

36251 Bad Hersfeld

Dr. Klaus Friedrich

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat G3 – Bodeninformationen
Rheingaustraße 186

65203 Wiesbaden

Dr. Heide Herrmann

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat G5 – Altlasten
Rheingaustraße 186

65203 Wiesbaden

Dr. Margareta Jaeger-Wunderer

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat G5 – Altlasten
Rheingaustraße 186

65203 Wiesbaden

Margot Krug

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat G5 – Altlasten
Rheingaustraße 186

65203 Wiesbaden

Dr. Walter Lenz

HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH
Europastraße 11

35394 Gießen

Berthold Meise

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt
Wilhelminenstraße 1–3

64278 Darmstadt

Dr. Hermann Schad

I.M.E.S. GmbH
Martinstr. 1

88279 Amtzell

Thilo Springer-Greve

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Frankfurt
Gutleutstraße 114

60327 Frankfurt am Main

Christiane Schäfer

Regierungspräsidium Kassel
Abt. Umwelt- und Arbeitsschutz
Hubertusweg 19

36251 Bad Hersfeld

Dr. Hansjörg Weiß

imw Tübingen
Vogtshaldenstraße 47

72074 Tübingen

Andrea Schütz-Lermann

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat G5 – Altlasten
Rheingaustraße 186

65203 Wiesbaden

Michael Wolf

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Wiesbaden
Lessingstraße 16–18

65189 Wiesbaden

Holger Strömmer

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Referat III 8 Altlasten
Mainzer Straße 80

65189 Wiesbaden

Volker Zeisberger

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat G5 – Altlasten
Rheingaustraße 186

65203 Wiesbaden

Impressum

-
- Herausgeber,
© und Vertrieb** Hessisches Landesamt
für Umwelt und Geologie - HLUG
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden
E-Mail: vertrieb@hlug.hessen.de
Telefax: 06 11-69 39 113
- Bearbeitung:** Redaktionsteam „annual 2008“
Dezernat Altlasten
- Titel-Abbildung:** Hedderheimer Kupferwerk und
Süddeutsche Kabelwerke AG,
Gesamtansicht um 1910, Bildnachweis:
Denkmalamt Stadt Frankfurt am Main
Nr. 478
- Gestaltung:** Hessisches Landesamt
für Umwelt und Geologie
Nadine Monika Lockwald

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten geben die persönlichen Meinungen der Autoren wieder.
Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Quellenangabe und unter Überlassung von 5 Belegexemplaren gestattet.

Wiesbaden, September 2009