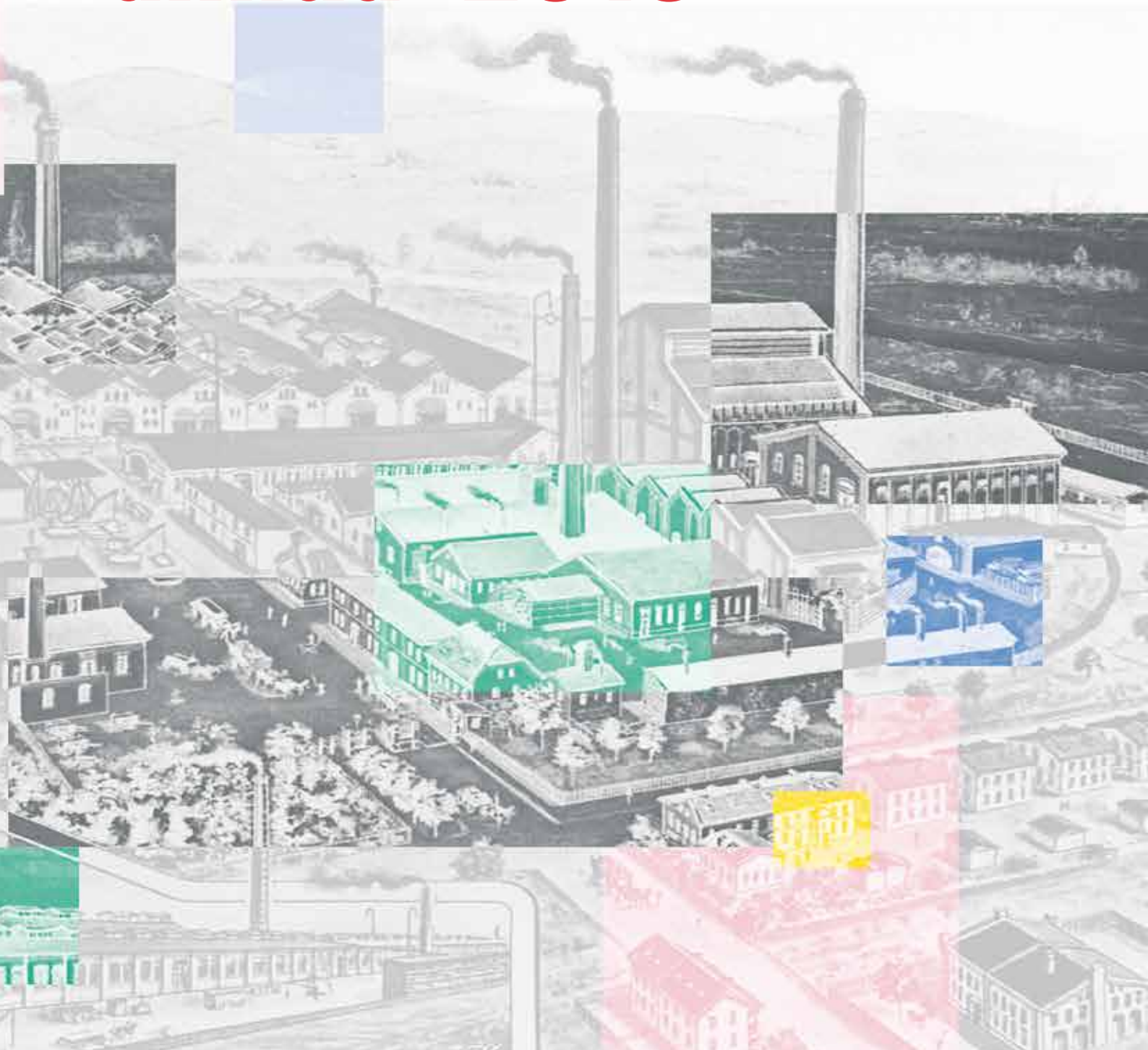




Altlasten- annual 2015



Altlasten- annual 2015

Wiesbaden, 2016

Impressum

Altlasten-annual 2015

ISBN: 978-3-89531-874-0

Bearbeitung: Redaktionsteam „annual 2015“, Dezernat Boden und Altlasten

Layout: Martina Schaffner

Titelbild: Hedderzheimer Kupferwerk und Süddeutsche Kabelwerke AG
Gesamtansicht um 1910, Bildnachweis: Denkmalamt Stadt Frankfurt am Main, Nr. 478

Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: +49 (0)611 69 39-0
Telefax: +49 (0)611 69 39-555
E-Mail: post@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter.

Inhalt

Marie-Anne Feldmann

Stand der Altlastenbearbeitung in Hessen7

Aktuell

Andrea Schütz-Lermann

FIS AG – Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle 13

Thomas Vorderbrügge

1985–2015: Von der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung zum internationalen Jahr des Bodens 15

Seminar Altlasten und Schadensfälle

Elisabeth Schirra

Ausgangszustandsbericht für IED-Anlagen
Erste Erfahrungen29

Hans Becher, Oliver Hess & Stefan Kamsties

Flächenhafter Bericht über Ausgangszustand von Boden und Grundwasser33

Hans Jürgen Hahn & Cornelia Spengler

Grundwasser-Lebenswelt – Besonderheiten eines verborgenen Lebensraumes39

Michael Woisnitza, Helmut Dünkel & Dieter Schade

Sanierungsfall „ehemaliges Bitumenwerk Riehm“ in Edermünde
Besondere Aspekte der Bearbeitung eines Altlastenfalles45

Martin Maier

Insitu-Mobilisierung von Arsen im Grundwasser
Prozessstudie und Entwicklung einer neuartigen Sanierungsmethode für den Standort Lampertheim-
Neuschloss, Hessen57

Klaus Blomquist

LAGA PN 98 und/oder DIN 19698 – alles klar bei der Beprobung von Haufwerken?63

Reinhard Sudhof

Von der Probenahme bis zum Messwert – Untersuchungsergebnisse richtig bewerten71

Marion Peine & Frank Ehwald

Abfalltechnische Herausforderungen im Rahmen der Sanierungsmaßnahme „Ehemalige Chemische Fabrik
Biebrich“
„Von der Mücke zum Elefanten und wieder zurück“75

Ruth Morgan & Ariane Welter

Kooperative Hot-Spot-Bodensanierung mit Scheibenseparator und „Burn-Out“79

Stefan Schroers

PFC-Boden- und Grundwasserschäden: Länderübergreifende Aktivitäten sowie Fallbeispiele in NRW85

Volker Müller-Mohr, Peter Martus & Felix Tamms

Sanierung einer PFT-Verunreinigung am Standort eines Feuerlöcherherstellers91

Infothek

Altlasten im Internet	93
Handbuchreihe Altlasten	95
Sonstige Veröffentlichungen	103
Autorinnen und Autoren des Altlasten-annual 2015	105



Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,



seit über 20 Jahren wird in Hessen die Sanierung von Altlasten und sonstigen schädlichen Bodenveränderungen mit Erfolg durchgeführt. Die Altlastenbearbeitung kann aber immer nur bereits entstandene Schäden beseitigen und somit als nachsorgender Bodenschutz

wirken. Welche Möglichkeiten gibt es, den Eintrag von Schadstoffen in den Boden und damit schädliche Bodenveränderungen bereits im Vorfeld zu verhindern? Das zu Ende gegangene Internationale Jahr des Bodens bietet eine gute Gelegenheit, einmal über den Tellerrand zu schauen und sich dem vorsorgenden Bodenschutz zu widmen. Der Beitrag „1985-2015: Von der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung zum Internationalen Jahr des Bodens“ gibt einen Überblick über die Geschichte des Bodenschutzes in Deutschland von den Anfängen der Bodenschutzdiskussion bis zur heutigen Position und zeigt die Chancen, aber auch die Defizite auf.

Das Thema Altlastenbearbeitung soll aber nicht zu

kurz kommen. Neben einem Rückblick auf die vielfältigen Aktivitäten des Dezernates im vergangenen Jahr ist eine Neuerung besonders hervorzuheben. Das Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle wird auf eine neue technische Plattform migriert, da das System HUMANIS ersetzt werden muss.

Weitere interessante Fachbeiträge zu aktuellen Entwicklungen im Altlastenbereich finden Sie auch in den Vorträgen unseres alljährlichen Seminars Altlasten und Schadensfälle.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre und bedanke mich herzlich bei allen, die zum Gelingen dieser Ausgabe beigetragen haben.

A handwritten signature in black ink that reads "Thomas Schmid". The script is cursive and elegant.

Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Stand der Altlastenbearbeitung in Hessen

MARIE-ANNE FELDMANN

Wie gewohnt erhalten Sie an dieser Stelle Informationen über wichtige Entwicklungen im Bereich Altlasten und über die Arbeitsschwerpunkte 2015 in den Fachgebieten Altlasten und Altflächendatei. Ohne eine intensive interdisziplinäre Zusammenar-

beit innerhalb und außerhalb des HLNUG wäre unsere Arbeit nicht so erfolgreich. Deshalb möchte ich mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die sich in Arbeitsgruppen und Projektgruppen engagiert beteiligen.

Neuorganisation des Dezernates Boden und Altlasten

Einschneidendes Ereignis war im Oktober 2014 die Umorganisation durch Zusammenlegen des Dezernates Altlasten mit dem Dezernat Bodenschutz zu einem neuen Dezernat Boden und Altlasten. Das Dezernat hat damit eine neue Struktur erhalten,

es ist gegliedert in vier Fachgebiete: Neben den beiden Fachgebieten „Altlasten“ und „Altflächendatei“ gibt es zwei Fachgebiete zum Thema Boden: „Bodenerhebung und Bodeninformation“ sowie „Vorsorgender Bodenschutz“.

Arbeitshilfen

Die Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates über Industrieemissionen (Industrial Emissions Directive – IED) vom 24. November 2010 ist am 06.01.2011 in Kraft getreten und durch das **Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen vom 8. April 2013** (BGBl. I S. 734) in nationales Recht umgesetzt. Die Antragsteller, die nach § 10 Abs. 1a BImSchG (BGBl. I S. 1274) eine sog. IED-Anlage betreiben wollen, in der relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden, haben mit den Unterlagen u.a. einen Ausgangszustandsbericht (AZB) vorzulegen, wenn eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers möglich ist. Die Arbeitshilfe der LABO zum Ausgangszustandsbericht für Boden

und Grundwasser wurde auf der LABO-Homepage eingestellt (<https://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html>).

Die EU-Kommission hat am 06.05.2014 die „**Leitlinien der Europäischen Kommission zu Berichten über den Ausgangszustand gemäß Artikel 22 Absatz 2 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen**“ (Amtsblatt 2014/C 136/03) veröffentlicht. Lt. UMK-Beschluss 20/2013 soll die LABO-Arbeitshilfe nach Veröffentlichung der EU-Leitlinie überprüft und auf Basis der bis dahin vorliegenden Erfahrungen im Umgang mit der Arbeitshilfe aus der Vollzugspraxis aktualisiert werden. Als Grund-

lage sollen die aktuellen Vollzugserfahrungen in den Ländern abgefragt und zusammengestellt werden. Seit Mitte 2014 wird das HLNUG von den Bodenschutzdezernaten der Regierungspräsidien in die Bearbeitung der **Ausgangszustandsberichte (AZB)** insbesondere im Hinblick auf die Beurteilung der vorgelegten Untersuchungskonzepte eingebunden. Um den Ausgangszustand des Bodens und des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück zu dokumentieren, müssen insbesondere auf Standorten der chemischen Industrie aufwändige Untersuchungskonzepte vorgelegt werden. Im Laufe der Monate gelang es durch Zusammenarbeit der Behörden mit den Antragstellern immer besser, eine Struktur in die Untersuchungskonzepte zu bringen und den Aufwand für die Untersuchungen auf ein durch das Gesetz vorgegebenes Mindestmaß zu beschränken.



Das **Handbuch Altlasten, Band 1 „Altlastenbearbeitung in Hessen“**, das erstmals im Jahr 1999 erschienen ist, wurde überarbeitet und liegt nun in einer aktualisierten Fassung vor. Die überarbeitete Auflage berücksichtigt aktuelle rechtliche Bestimmungen wie das Hessische Altlasten- und Bodenschutzgesetz und die Altflächendateiverordnung. Das Handbuch liegt gedruckt vor, Sie können es unter www.hlnug.de/vertrieb.html bestellen.



Eine Stoffgruppe ist in den letzten Jahren in den Fokus der Altlastenbearbeitung gerückt: die Gruppe der **per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC)**. Sie kommen in der Natur nicht vor, sondern werden industriell hergestellt und in unterschiedlichen technischen Bereichen eingesetzt. Sie sind z.B. oberflächenaktiv, wasser-, fett- und schmutzabweisend sowie temperaturbeständig, so dass sie aufgrund dieser Eigenschaften hervorragend für unterschiedliche Einsatzbereiche geeignet sind. Andererseits sind diese Stoffe zum Teil sehr langlebig (manche persistent), biologisch kaum abbaubar, bioakkumulierbar und für Säugetiere giftig, was für die Umwelt sehr nachteilig ist. Manche ihrer Vertreter zählen zu den ubiquitär vorkommenden persistenten Kontaminanten. Einsatzbereiche sind z.B. Oberflächenbehandlungen, Galvanik, Textilindustrie und Zusatz in Feuerlöschschäumen. Insbesondere Letzteres hat zu sanierungsbedürftigen Boden- und Grundwasserbelastungen geführt.

Beim länderübergreifenden Erfahrungsaustausch (2012 und 2013) wurden Defizite hinsichtlich Fachwissen und Handlungsanweisungen festgestellt. Das führte zu länderübergreifenden Aktivitäten, um die Wissenslücken zu schließen. So wurde z.B. ein Projekt im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ initiiert, um bundesweite Vorgaben für die **Erfassung von Standorten mit möglichen PFC-Verunreinigungen** zu erarbeiten. An der projektbegleitenden Arbeitsgruppe ist auch das HLNUG beteiligt.

Die Bedeutung des Themas hat dazu geführt, dass es in den vergangenen Jahren auf dem Altlastenseminar jeweils einen Vortrag zum Thema gab. So auch in diesem Jahr, wo über den Stand bundesweiter Aktivitäten berichtet wurde.



Zum Thema **„Berücksichtigung der natürlichen Schadstoffminderung bei Altlasten“** liegt eine Veröffentlichung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) aus dem Jahr 2009 vor. In die Arbeitshilfe sind Erfahrungen auch aus hessischen Altlastenfällen eingeflossen (www.hlnug.de/start/altlasten/altlastenbearbeitung/mna-natuerliche-abbau-und-rueckhalteprozesse-im-grundwasser.html).

Eine Kernaussage der o.g. LABO-Veröffentlichung ist, dass MNA nur dann eine Handlungsoption ist, wenn aktive Sanierungsverfahren „unverhältnismäßig“ sind. Jedoch fehlen für die Betrachtung der **Verhältnismäßigkeit in Hinblick auf die Entscheidung über ein MNA-Konzept** praxistaugliche fachliche Bewertungsmaßstäbe. Um diese Lücke zu schließen, hat die LABO den **ALA-Unterausschuss „MNA“** beauftragt, die fachlichen Randbedingungen und ermessensleitende Kriterien für eine Verhältnismäßigkeitsbetrachtung zu erarbeiten. Das HLNUG ist im Unterausschuss vertreten. Eine Veröffentlichung der Arbeitsergebnisse ist für Ende 2015 zu erwarten.



Im Sommer 2015 fand die konstituierende Sitzung der **AG „Beginn und Ende einer Grundwasser-sanierung“** statt. In der AG sind die Regierungspräsidien und das HLNUG vertreten. Eine zentrale Fragestellung der AG lautet, wie Sanierungsziele bzw. Sanierungszielwerte für Altlastensanierungen unter

Berücksichtigung des jeweiligen Einzelfalls abgeleitet werden können. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Frage, unter welchen Randbedingungen

langlaufende Grundwassersanierungen, bei denen das festgelegte Sanierungsziel in absehbarer Zeit nicht erreichbar ist, beendet werden können.

Schadstoffbewertung/Analytik

Seit einigen Jahren arbeitet das HLNUG im **ALA-Gesprächskreis „Schadstoffbewertung“** mit. Der Unterausschuss (UA) hat den Auftrag, **länderübergreifende Prüfwerte und Bewertungshilfen** bei der Altlastenbearbeitung zu entwickeln. Ein Schwerpunkt ist die analytische Bestimmung der MKW-Fractionen hinsichtlich der Bewertung nach der Norm E DIN ISO 11504 „Beurteilung der Wirkung von mit Mineralölkohlenwasserstoffen verunreinigten Böden (ISO/DIS 11504:2010) für den Pfad Boden-Mensch“. Die Arbeit an der Norm ist inhaltlich abgeschlossen, die zugehörigen Analyseverfahren befinden sich ebenfalls im ISO/DIS-Status. Im Rahmen einer Robustheitsstudie sollen zunächst die relevanten Fraktionen bis C 12 mit der bekannten Methode DIN ISO 22155:2006-07 (statische HS) bestimmt werden. Diese Studie ist Gegenstand des LFP-Projektes B 3.14, das Anfang 2014 begonnen wurde und voraussichtlich Ende 2015 abgeschlossen wird. Das HLNUG übernahm zusammen mit dem LUWG RP die Projektbetreuung.

In Hessen wurde eine Arbeitsgruppe aus den Reihen der RPUen und des HLNUG ins Leben gerufen, die die Aufgabe hat, Informationen zu den Stoffgruppen kurzkettige Alkylphenole (SCAP) und NSO-Heterozyklen (NSO-HET) zusammenzustellen und übersichtlich darzustellen. In Form von Informationsblättern soll eine Hilfe für die Kolleginnen und Kollegen, die im Rahmen der Altlastenbearbeitung mit solchen Fragestellungen konfrontiert werden, bereitgestellt werden. Die Informationsblätter wurden inzwischen weitgehend bearbeitet und befinden sich zurzeit in der redaktionellen Überarbeitung. Nach Fertigstellung werden sie auf der Homepage des HLNUG für Interessierte zur Verfügung stehen.



Das HLNUG ist auch Mitglied im **LAWA-UA „Aktualisierung der Datenblätter der Geringfügigkeitsschwellenwerte“** (Kurztitel: „Aktualisierung GFS“) des Ständigen Ausschusses „Grundwasser und

Wasserversorgung“ der LAWA. Der UA überprüfte und aktualisierte die Stofflisten und Datenblätter der LAWA-Veröffentlichung von 2004 „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“. Berücksichtigt wurden dabei auch Änderungen durch rechtliche Regelungen wie z.B. der RL 2008/105/EG (Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik) oder aktuelle ökotoxikologische Erkenntnisse. Angepasst wurde auch das Ableitungsschema für die ökotoxikologische Stoffbewertung, da europäische Vorgaben die nationalen Bewertungsvorgaben ersetzt haben.

Der Bericht und die Datenblätter sind mittlerweile auch redaktionell bearbeitet und werden in den entsprechenden Gremien vorgelegt.

Darüber hinaus befasst sich der LAWA-Unterausschuss in Zusammenarbeit mit dem ALA-Gesprächskreis Stoffbewertung mit der Ableitung von **GFS-Werten für per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) für den Pfad Boden-Grundwasser**.

Die eingerichtete LABO/LAWA-Kleingruppe strebt an, die bereits vorliegende Geringfügigkeitsschwelle (GFS) für PFOS zu ergänzen. Es wird daran gearbeitet, sowohl GFS für weitere relevante PFC als auch eine GFS für einen evtl. darüber zu bildenden Gruppenparameter für PFC abzuleiten. Das HLNUG ist Mitglied in dieser Kleingruppe. Die Grundlage der Arbeiten ist eine umfangreiche Literaturrecherche, auf deren Basis das vorliegende Datenmaterial bewertet wird. Es ist geplant, eine Entwurfsfassung des Berichtes bis Ende 2015 vorzulegen.



Um prüfen zu können, ob nachgewiesene Stoffkonzentrationen im Grundwasser eine Umweltrelevanz oder eine Gefährdung für das Grundwasser darstellen und Sanierungsmaßnahmen erfordern, wurden für Pentoxifyllin und Theobromin **vorläufige Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser** abgeleitet.

Pentoxifyllin ist ein vielfach zur Senkung der Blutviskosität eingesetztes Arzneimittel und wird in der EU in Mengen von mehr als 1000 t/a hergestellt. Theobromin ist der physiologisch wirksame Bestandteil der Kakaobohne und ein Hauptmetabolit des Cofeins. Bei humantoxikologischer Betrachtung können – neben den positiven Wirkungen von Theobromin als Arzneimittel – Giftwirkungen bereits in geringfügig erhöhter Dosierung nachgewiesen werden. Beide Berichte zu den vorläufigen GFS-Werten wurden auf der Homepage des HLNUG veröffentlicht und sind zu finden unter:
<http://www.hlnug.de/start/altlasten/altlastenbearbeitung/gfs-werte.html>



Im Bereich der Analytik engagierte sich das HLNUG auch 2015 im DIN-Arbeitskreis NA 119-01-02-02-05 (AK 5 „**Organische Analytik**“), in dem aktuelle DIN-Normen geprüft und der Sachstand nationaler und internationaler Normungsvorhaben diskutiert wird. Die Sitzung des AK findet einmal pro Jahr statt.

Seit Mai 2012 wird im DIN-Arbeitskreis NA 119-01-03-02-20 AK ein **Normverfahren zur Analytik von NSO-Heterozyklen in Wasser** erarbeitet, ebenfalls unter Mitwirkung des HLNUG. Der Arbeitskreis trifft sich zweimal pro Jahr zu Sitzungen. Die letzte Sitzung des AK fand im Mai 2015 statt. Für 2016 ist ein Validierungsringversuch geplant. Bei erfolgreicher Durchführung des Ringversuchs ist das Erscheinen der Norm für 2017 vorgesehen.

Sachverständige und Untersuchungsstellen

Als Vertreter der LABO wurde Herr Dr. Brodsky zum Mitglied des **Sektorkomitees Chemie und Umwelt der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS)** für den Zeitraum vom 01.09.2014 bis 31.08.2017 benannt. Die DAkkS führt Akkreditierungen nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die im gesetzlich geregelten Umweltbereich tätigen Untersuchungsstellen durch. Im Sektorkomitee werden u.a. Regeln zur Anwendung der DIN EN ISO/IEC 17025 für Untersuchungsstellen erstellt (<http://www.dakks.de/content/sektorkomitee-chemie-und-umwelt>).

Das **Recherchesystem ReSyMeSa** ist ein wichtiges Instrument bei der Bekanntgabe von Untersuchungsstellen (Messstellen) und Sachverständigen

im gesetzlich geregelten Umweltbereich. Seit dem Jahr 2012 hat das HLNUG im Auftrag des ALA die fachliche Verantwortung für den Bereich Boden und Altlasten in der Projektgruppe ReSyMeSa übernommen und ist damit Ansprechpartner für die fachlichen Belange des Systems im Bereich Boden und Altlasten bei der **Bekanntgabe von Untersuchungsstellen und Sachverständigen nach § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz**.

Im Juli 2013 ist die Systembetreuung (Betreuung der Web-Anwendung) von ReSyMeSa an das Land Hessen übergegangen. Die Aufgabe wird vom HLNUG in Kassel wahrgenommen.

Altflächendatei

Die Altflächendatei des Landes Hessen ist Teil eines Bodeninformationssystems. Sie wird wie gesetzlich vorgeschrieben vom HLNUG in Zusammenarbeit mit den Regierungspräsidien als obere Bodenschutzbehörden und den Landkreisen und kreisfreien Städten als untere Bodenschutzbehörden geführt. Der zentrale Bestandteil der Altflächendatei ist das Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle (FIS AG). Die Datenbank von FIS AG

enthält Lagedaten und weitere Informationen zu Flächen. Bei den Flächen kann es sich um Altstandorte, Altablagerungen, Grundwasserschadensfälle oder sonstige schädliche Bodenveränderungen handeln. Als weitere Informationen werden z.B. Daten zu Betrieben, Ablagerungen, Nutzungen, Untersuchungen usw. verarbeitet.

Weitere Module der Altflächendatei sind:

- Ein GIS Viewer, der die Flächen und Messstellen aus FIS AG mit einem Symbol in einer Karte punktförmig visualisiert. Der GIS Viewer ist genau wie FIS AG selbst nicht öffentlich, sondern als Arbeitsgrundlage nur von den zuständigen Behörden zu bedienen. Die jeweils zuständige Behörde erteilt auf gezielte Anfrage Auskunft zu erfassten Flächen.
- Das Datenübertragungssystem DATUS, das den Datenaustausch mit Partnern außerhalb des Landesnetzes gewährleistet. Solche Partner sind

Kommunen, die zur Meldung ihrer Erkenntnisse zu Altflächen gesetzlich verpflichtet sind, und Gutachter, Ingenieurbüros usw., die im Auftrag Sanierungspflichtiger Daten nach FIS AG übertragen.

Weitere Informationen und Downloads zur Beschreibung der Altflächendatei und zu DATUS sind auf der HLNUG-Homepage zu finden unter:

Startseite → Altlasten → Altflächendatei.

Aktuell:

FIS AG - Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle

ANDREA SCHÜTZ-LERMANN

FIS AG ist die zentrale Komponente der Altflächen-datei des Landes Hessen und besteht aus den Fachinformationssystemen ALTIS (Altflächen-Informationssystem Hessen) und ANAG (Analysendatei Altlasten und Grundwasserschadensfälle). Der Anwenderkreis von FIS AG setzt sich zusammen aus Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Regierungspräsidien als obere und der Landkreise als untere Wasser- und Bodenschutzbehörden. Geführt wird die Altflächen-datei vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, dort im Dezernat G3 Boden und Altlasten. In der Datenbank befinden sich Informationen (Lage, Nutzungen, Gutachten, Untersuchungsergebnisse, Messstellen, Analysenergebnisse, Maßnahmen usw.) zu Altstandorten, Altablagerungen, altlastverdächtigen Flächen, Altlasten, Verdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen.

Die Altflächen-datei FIS AG wird seit März 2007 auf einer Windows-Terminal-Server Umgebung der HZD betrieben. FIS AG basiert auf dem Kernsystem HUMANIS (**H**essisches **U**mwelt**m**anagement und **I**nformation**s**ystem). Zum Ende des Jahres 2015 beendet die Firma Microsoft den Support für die Programmiersprache Visual FoxPro, mit der HUMANIS entwickelt wurde. Zudem wird der Support des auf

der WTS-Umgebung genutzten Betriebssystems eingestellt. Deshalb wurde es erforderlich alle sechs mit HUMANIS entwickelten Fachinformationssysteme auf eine neue technische Plattform zu migrieren.

Seit April 2013 wird FIS AG nun mit einem HZD-eigenen Produkt, dem neuen Kernsystem FISBOX®, zu FIS AG 2.0 entwickelt. Der Start der Nachfolgeanwendung FIS AG 2.0 ist für den 26.10.2015 geplant. FISBOX®-FIS AG ist mit Hilfe von .net programmiert und basiert auf einer sql-Datenbank. Das Datenmodell von HUMANIS-FIS AG wurde beibehalten, d.h. die Sachdaten werden sowohl quantitativ als auch qualitativ unverändert übernommen. Verändert wurde lediglich die Anwenderoberfläche und damit einige Handhabungen. FIS AG 2.0 lässt sich für geübte HUMANIS-FIS AG Anwenderinnen und Anwender weitgehend intuitiv bedienen. Zur Unterstützung der Umstellung wird ein E-Learning Paket bereitgestellt. Zudem werden die Fachanwendungsbetreuerinnen und -betreuer der einzelnen Ämter während einer eintägigen Schulung mit der Anwendung soweit vertraut gemacht, dass sie ihre Kolleginnen und Kollegen vor Ort unterstützen können.

1985-2015: Von der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung zum internationalen Jahr des Bodens

THOMAS VORDERBRÜGGE

Nach zwei Jahren intensiver Arbeit und intensiven Diskussionen wurde im Jahr 2013 das Jahr 2015 von der 68. UN-Generalversammlung zum „Internationalen Jahr des Bodens“ (IYS) erklärt. Das IYS ist darauf ausgerichtet, eine „umfassende Plattform zur Sensibilisierung für die Bedeutung der Böden für die Nahrungsmittelsicherheit und wesentlicher Ökosystem-Funktionen“ zu sein.

Die Ziele des IYS sind:

- das Bewusstsein von Zivilgesellschaft und Entscheidungsträgern über die grundlegenden Funktionen von Böden für das menschliche Leben **zu schärfen**,
- die volle Anerkennung der herausragenden Beiträge von Böden für die Ernährungssicherheit, die Anpassung an den Klimawandel und den Klimaschutz, wesentliche Ökosystemleistungen, Armutsbekämpfung und nachhaltige Entwicklung **zu erreichen**,
- wirksame Strategien und Maßnahmen für die nachhaltige Bewirtschaftung und den Schutz der Bodenressourcen **zu fördern**,
- Entscheidungsträger für die Notwendigkeit von robusten Investitionen in Aktivitäten zur nachhaltigen Bodenbewirtschaftung, um gesunde Böden für verschiedene Landnutzer und Bevölkerungsgruppen zu schaffen, **zu sensibilisieren**,
- Initiativen im Zusammenhang mit dem Sustainable Development Goals (SGD)-Prozess und der Post-2015-Agenda **zu katalysieren**,
- eine schnelle Verbesserung der Kapazitäten und Systeme für Bodeninformationserfassung und Überwachung auf allen Ebenen (global, regional und national) **voranzubringen**.

Betrachtet man die Ziele des IYS, werden damit im Umkehrschluss gleichzeitig die Defizite der bisherigen nationalen und internationalen Bodenschutzpolitik benannt.

Aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes war das Jahr 2015 aber nicht nur wegen der Aktivitäten zum IYS besonders interessant. Genau 30 Jahre vorher verabschiedete die damalige Bundesregierung nämlich die sogenannte „Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung“ (Deutscher Bundestag 1985). Diese Konzeption bildet für Deutschland die fachliche und politische Grundlage der Bodenschutzbemühungen der letzten 30 Jahre.

Die „Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung“ war das Ergebnis einer „Interministeriellen Arbeitsgruppe Bodenschutz“ (IMAB), bestehend aus den fünf Unterarbeitsgruppen:

- „Landwirtschaft und Naturschutz“ (BMELF Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten),
- „Wasserhaushalt“ (BMI Bundesministerium des Innern),
- „Bodenschätze“ (BMW Bundesministerium für Wirtschaft),
- „Flächennutzung“ (BMRBS Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau) sowie
- „Belastungen und Nutzungsansprüche“ (BMI).

Die Konzeption gab somit vor allem die programmatische Sicht des Bundes wieder.

Gleichzeitig erarbeitete eine Bund/Länder-Arbeitsgruppe erste Ansätze für ein „Bodenschutzprogramm der Bundesregierung“. Mit den Ergebnissen sollten vor allem die Interessen der Länder berücksichtigt werden.

Das Bodenschutzprogramm der Umweltministerkonferenz (UMK) und die Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung sollten gemeinsame Grundlage für Konkretisierung der Erfordernisse des Bodenschutzes und Festlegung der notwendigen Schutzmaßnahmen nach Inhalt, Prioritäten, Zeit- und Kostenrahmen sein. Das Bodenschutzprogramm kam allerdings über ein Entwurfsstadium nicht hinaus.

Die Kernaussagen der Bodenschutzkonzeption lauten:

- Die Konzeption ... bildet den Handlungsrahmen für den Ausgleich der vielfältigen Nutzungsansprüche an den Boden, zur Abwehr von Schäden und zur Vorsorge auch gegen langfristige Gefahren und Risiken und
- Bodenschutz hat dann Vorrang, wenn die Gesundheit der Bevölkerung oder die Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen gefährdet ist.

Die letztere Aussage hat eigentlich eine nicht zu unterschätzende Bedeutung, da sie darauf abstellt, dass der Bodenschutz im Rahmen einer planerischen Abwägung besonderes Gewicht bekommt. In der zurzeit üblichen Planungspraxis der Abwägung wird das Schutzgut aber i. d. R. „weggewogen“ (LEE & BÜCKMANN 2005).

Die Ziele der Bodenschutzkonzeption waren die

- Minimierung von qualitativ und quantitativ problematischen Stoffeinträgen aus Industrie, Gewerbe, Verkehr, Landwirtschaft und Haushalten und eine
- Trendwende im Landverbrauch.

Eine der damals noch offenen Fragen war die grundsätzliche Überlegung, ob die bestehenden gesetzlichen Regelungen für die Zielerreichung des Bodenschutzes überhaupt ausreichen.

Der folgende Beitrag zeigt die Entwicklung im vorsorgenden Bodenschutz während der letzten 30 Jahre auf, benennt aber auch die weiterhin aktuellen Probleme und Defizite im vorsorgenden Bodenschutz.

Phase der Erstellung der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung und Verabschiedung des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) 1980–1999

Die Erstellung der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung erfolgte in einer Phase der intensiven parlamentarischen und außerparlamentarischen Diskussion über die Gefährdung der Böden und Möglichkeiten ihres Schutzes.

In einer Vielzahl von populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen und Artikeln in Zeitschriften wie „Die Zeit“, „Der Spiegel“, „Bild der Wissenschaft“ oder „National Geographic“, Tagungsbänden sowie Buchpublikationen mit Titeln wie „Boden in Not“, „Rettet den Boden“, „Stirbt der Boden“, „Diese Handvoll Erde“, „Dreißig Zentimeter, von denen wir leben“, „Schleichende Vergiftung unserer Lebensgrundlage“ oder „Vernutzte Landschaften“ wurden die Gefährdung der Böden und die fehlenden Anstrengungen zum Erhalt der Böden national und international thematisiert.

Auch seitens der politischen Parteien (Die Grünen 1983), Umweltverbände (BUND 1983), Wissenschaft (bga 1983, AK Kritische Ökologie des BDWi 1989), Fortbildungseinrichtungen (STRIEGNITZ 1984) und Institutionen wie dem Umweltbundesamt (THOR-

MANN 1984) oder dem Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (RSU 1985) wurden in einer Vielzahl von Initiativen, Tagungen, Publikationen und Gutachten die aktuellen Probleme der Bodennutzung und die Ursachen der Bodengefährdung ausführlich dargestellt. Immer wieder wurde ein umfassender Bodenschutz angemahnt. Die damalige Diskussion wurde teilweise sicherlich recht plakativ, in den Begrifflichkeiten emotional und im Vergleich zu heute auf einem niedrigeren Kenntnisstand geführt. Letztendlich war sie aber thematisch umfassender, thematisierte insbesondere auch die ökonomischen und sozialen Aspekte (HAUFF & KAUFMANN 1985, PRIDDAT 1987) und war, im Vergleich zu heute, deutlich über den engen Kreis des Bodenschutzes hinaus ausgerichtet, wurde die Gefährdung der Böden doch als „Schlüsselproblem der Umweltpolitik“ (DELMHORST 1984) betrachtet.

Die Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung gründete somit auch auf den Ergebnissen dieser intensiven Diskussionen zum Bodenschutz. Insgesamt war die Konzeption gekennzeichnet durch klare konzeptionelle und programmatische Zielsetzungen

unter Benennung der Defizite, aber auch mit entsprechenden Lösungsansätzen. Unstrittig war für die damalige Politik, dass die Umsetzung der angeführten Maßnahmen nicht einfach sein würde. So formulierte es der damals zuständige Innenminister Zimmermann wie folgt:

Ein Bodenschutzprogramm, das greifen soll, wird vielen wehtun müssen. Während die bisherigen sektoralen Strategien des Umweltschutzes – wie Luftreinhaltung, Wasserreinhaltung, Abfallbeseitigung, Lärmbekämpfung, Naturschutz – im Wesentlichen nur jeweils Einzelinteressen beeinträchtigen, geht es hier um jeden von uns als Nutzer des Bodens. Wir müssen uns darüber klar sein, daß wir einen steinigen Weg beschreiten, der nicht von einem Spalier beifallspendender Gruppen gesäumt sein wird. (ZIMMERMANN in LERSNER 1985).

Bereits 1988, nur 2 ½ Jahre nach der Verabschiedung der Bodenschutzkonzeption, beriet die 28. Umweltministerkonferenz (UMK) abschließend die „Maßnahmen zum Bodenschutz“ (BtDrs. 11/1625). Der Bericht formulierte nochmals die Leitlinien des Bodenschutzes sowie Maßnahmen und Maßnahmenvorschläge des Bundes, deren Erörterungsbedarf sowie Vorschläge der UMK über Maßnahmen der Länder zum Bodenschutz.

Aus heutiger Sicht besonders interessant ist u. a. der damals angeführte „Vorrangige Erörterungsbedarf“ des Bundes im Hinblick auf das Naturschutzrecht. Ziel aus Sicht des Bodenschutzes war die Ergänzung des Naturschutzrechts um eine Erweiterung der Eingriffsregelung des § 8 BNatSchG. So sollten Eingriffe in Natur und Landschaft auch Einwirkungen auf den Boden sein, die den Naturhaushalt oder seine Bestandteile oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können (BtDrs. 11/1625; TZ 158). Auch die bereits damals geforderte weitere Konkretisierung der Grundsätze und Verfahrensweisen für eine gute fachliche Praxis in der Land- und Forstwirtschaft (BtDrs. 11/1625; TZ 166) ist immer noch aktuell bzw. in der Diskussion der bundesweiten Gremien des Bodenschutzes wie LABO und BOVA.

Als „Vordringliche Maßnahme“ der Länder wurde u. a. der mittelfristige Aufbau von Bodeninformationssystemen angeführt. Vorrangig seien hierbei die:

- Flächendeckende Erfassung bodenkundlicher Daten,
- Einrichtung von Bodendauerbeobachtungsflächen,
- Einrichtung von Bodenprobenbanken,
- Flächendeckende Bodenkarten im Maßstab 1:200 000 (als vorläufige Lösung bis zum Übergang auf größere Maßstäbe),
- Kartenmäßige Darstellung von Gefährdungen (z. B. Erosion, Schwermetallbelastung),
- Nutzung von Informationen aus anderen Umweltbereichen für den Bodenschutz.

Die Umsetzung dieser Maßnahmen erfolgte in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich. So konnte z. B. das bundesweite Kartenwerk im Maßstab 1:200 000 bisher noch nicht abgeschlossen werden (FLECK 2015). Die Ursachen hierfür sind vielfältig, denn nicht alle Bundesländer stellten die hierfür notwendigen personellen und materiellen Ressourcen bereit.

Nach der Verabschiedung der Bodenschutzkonzeption, vom angekündigten „Bodenschutzprogramm“ wurden nur die Zielvorstellungen publiziert (HENNERKES 1985), lag der Schwerpunkt der Bodenschutzpolitik nicht mehr im Bereich der Vorsorge (RSU 2000).

Die Arbeiten zur Erstellung einer gesetzlichen Regelung sowie die verstärkt aufkommende Altlastenproblematik sorgten dafür, dass die umfassenden Ansätze eines vorsorgenden Bodenschutzes nicht mit dem nötigen Gewicht und den nötigen Ressourcen umgesetzt werden konnten.

Lang umstritten war zunächst die Frage der Bodenschutzgesetzgebungskompetenz des Bundes und die Überlegungen zu einem Artikelgesetz für den Bodenschutz oder ein eigenständiges Bundesbodenschutzgesetz (SMEDDINCK & TILS 2002). Auch die Altlastensondergutachten des RSU (1990, 1995) und Altlastenskandale, die mit den Namen „Bielefeld-Brake“, „Georgswerder“ oder „Münchehagen“ verbunden sind, sowie der Umfang der in der ehemaligen DDR zu sanierenden Altlasten sorgten dafür, dass die Bodenschutzvorsorge zunehmend ins Hintertreffen geriet. Dies obwohl in einer Vielzahl von Gutachten, z. B. durch den Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (RSU), den Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung – Globale Umweltveränderungen

(WBGU) oder die Enquete Kommission der Bundesregierung „Schutz des Menschen und der Umwelt“ immer wieder auf die umfassenden Defizite im vorsorgenden Bodenschutz hingewiesen wurde. Seitens der Wissenschaft wurde sogar eine „Technische Anleitung Boden“ gefordert, in der z.B. der Erosionsschutz zu verankern sei (ROBERT BOSCH STIFTUNG 1994).

Erst nach der Verabschiedung des BBodSchG im Jahr 1998, hier insb. durch den § 7, sowie der BBodSchV ist es dem Bodenschutz gelungen, die Vorsorge zumindest im Gesetz wieder stärker in den Fokus zu rücken, auch wenn das BBodSchG immer noch häufig als „reines Altlastengesetz“ bezeichnet wird. Auch die Zielformulierung in § 1 BBodSchG: „Zweck dieses Gesetzes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen“ stellt eindeutig auf die Vorsorge im Bodenschutz ab.

Vorsorgender Bodenschutz 2000–2015

Im Jahr 2000 legte der „Wissenschaftliche Beirat Bodenschutz“ (WBB 2000) das Gutachten „Wege zum vorsorgenden Bodenschutz – Fachliche Grundlage und konzeptionelle Schritte für eine erweiterte Boden-Vorsorge“ vor. Es war das erste ausführliche Gutachten mit einer wissenschaftlich fundierten und deutlich erweiterten Konzeption zur Vorsorge seit der Verabschiedung der Bodenschutzkonzeption.

Zwei Leitbilder zur Bodenvorsorge liegen dem Gutachten zu Grunde:

- Keine Verschlechterung der natürlichen Bodenfunktionen und
- Freiraumsicherung für zukünftige Generationen

Das Gutachten konkretisiert diese beiden Leitbilder in „Zehn Regeln zum vorsorgenden Bodenschutz“ wie folgt:

1. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden. Das ist auch ein notwendiger Beitrag zum flächendeckenden Grundwasserschutz.
2. Die Nutzung eines Bodens soll das sich aus der jeweiligen Nutzungsfunktion ergebende Schutzbedürfnis des Bodens beachten. Nutzungsfunktionen können nur soweit in Anspruch genommen werden, wie dies mit dem Schutz der natürlichen Bodenfunktionen vereinbar ist.
3. Die Besorgnis des Entstehens von schädlichen Bodenveränderungen erfordert Maßnahmen zur Vorsorge.

4. Anthropogen bedingte Bodenveränderungen mit Risiken für die menschliche Gesundheit und die belebte Umwelt sind zu vermeiden.
5. Die Vorsorge umfasst auch den Boden als Naturgut, d.h. im Sinne eines Schutzes um seiner selbst willen. Beeinträchtigungen des Bodens als Naturgut und seiner Archivfunktion sind zu vermeiden.
6. Schadstoffeinträge in den Boden sollen sich an der Empfindlichkeit der natürlichen Bodenfunktionen orientieren und diese nicht unangemessen beeinträchtigen, wobei eine erhebliche oder schleichende Anreicherung zu vermeiden ist. Zulässige Zusatzeinträge sollen entweder unbedenklich oder im Rahmen gesellschaftlicher Konventionen zeitlich begrenzt sein.
7. Die Rate des durch Wind- und Wassererosion abgetragenen Bodenmaterials soll durch geeignete Bewirtschaftungsmaßnahmen so weit wie möglich reduziert werden.
8. Nutzungsbedingte Bodenverdichtungen, die zu der Besorgnis einer erheblichen Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen und einer erheblichen Beeinträchtigung der Nutzungsfunktion führen können, sind so weit wie möglich zu vermeiden; das Bodengefüge ist zu erhalten.
9. Die Inanspruchnahme von Boden als Flächenressource soll schonend und sparsam sein. Industrielle und gewerbliche Brachflächen sowie aufgelassene Verkehrsflächen sollen wieder in die Flächennutzung eingegliedert werden. Durch die Wiedernutzung solcher Böden und Standorte soll der Zustand ihrer natürlichen Bodenfunktionen nicht verschlechtert werden. Bodenschutz in der

räumlichen Planung folgt der Maxime einer optimalen Schonung aller Bodenfunktionen im Planungsgebiet.

10. Für regional abzugrenzende Gebiete soll die für Neuversiegelung vorgesehene Fläche in der Regel die Summe der aus der Entsiegelung von Böden und aus dem Flächenrecycling zurückgewonnenen Bodenfläche nicht übersteigen.

Diese „Regeln“ sind geeignet für die Formulierung kommunaler, regionaler und landesweiter Bodenschutzkonzepte bzw. -programme. Die Arbeit des WBB endete im Jahr 2004 und wurde durch die dann beim UBA eingerichtete Kommission Boden-

schutz (UBA 2004) in solch einem Umfang und Tiefe nicht mehr fortgeführt.

Die Tab. 1 zeigt nur eine kleine Auswahl der Vielzahl an Kommissionen und Gremien, die sich seit 1985 mit dem vorsorgenden Bodenschutz beschäftigt haben bzw. beschäftigen. Es ist nicht abzusehen, dass es nochmals gelingt, eine ähnlich fundierte Ausarbeitung, wie sie der WBB erarbeitet hat, zu erstellen. Auch gibt es keine Untersuchung, die Hinweise gibt, wie die damals formulierten „Regeln zum vorsorgenden Bodenschutz“ in Bodenschutzpolitik und Vollzug der gesetzlichen Grundlagen aktiv berücksichtigt werden.

Tab. 1: Sachverständige, Kommissionen, Räte und Institutionen zum Bodenschutz und ihre Gutachten, Stellungnahmen bzw. Positionspapiere zu den verschiedenen Aspekten des Bodenschutzes in den Jahren 1985–2015.

Sachverständige	Titel der Gutachten	Inhalte und Themen
Sachverständigenrat für Umweltfragen SRU (1985–2015)	Sondergutachten Landwirtschaft, Sondergutachten Altlasten, Umweltgutachten	Flächenverbrauch, mechanische und stoffliche Bodenbelastung
Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderung WBGU (1994–2012)	Hauptgutachten „Welt im Wandel“ 1994 „Böden“	„Weltweite Gefährdung der Böden“
Enquete Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (1995)	Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung	Konzept Nachhaltigkeit – vom Leitbild zur Umsetzung – Bedeutung des Bodens
Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz WBB 1999–2004	Wege zum vorsorgenden Bodenschutz	Fachliche Grundlagen und konzeptionelle Schritte Wege für eine erweiterte Bodenvorsorge
Umweltbundesamt UBA (1985–2015)	Positionspapiere	Bodenschutz
Deutscher Bundestag „Ausschuss Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung“ TA (2007)	Reduzierung Flächeninanspruchnahme (Ziele, Maßnahmen, Wirkungen)	Zur Bedeutung der Ressource Boden
Kommission Bodenschutz beim UBA (KBU) 2004–2015	Positionspapiere	Flächenverbrauch, Bodenbezogene Aspekte des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffe (NaWaRo)
Rat für nachhaltige Entwicklung RNE (2001, 2007)	Studie: Erfolgsfaktoren zur Reduzierung des Flächenverbrauchs in Deutschland	Flächenverbrauch
Bioökonomierat (2010)	Berichte aus dem Bioökonomierat	Empfehlungen zum Forschungsfeld Bioökonomie: Boden, Wasser und Landnutzung
Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech)	POSITION (2012)	Georessource Boden – Boden als Wirtschaftsfaktor und Ökosystemdienstleister
Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie (BONARES)	Forschungsprogramm	Forschungsschwerpunkt Boden
Institute for advanced Sustainability Studies Potsdam IASS	Global Soil Week (2012, 2013, 2015)	Bodenschutz als internationale Aufgabe, Entwicklung von Strategien und Förderung des Bodenbewusstseins

Defizite im vorsorgenden Bodenschutz

Wertet man die vorliegenden Gutachten und Stellungnahmen im Hinblick auf bestehende/aktuelle Defizite im Bodenschutz aus, dann zeigen sich folgende Defizite im vorsorgenden Bodenschutz:

- Freisetzung („in Verkehr bringen – Bodenverbesserung“) neuer Stoffgruppen erfolgt häufig ohne Kenntniss ihrer „bodenbezogenen“ Wirkung, ohne Bilanzierung der möglichen Schadstoffeinträge und ihrer Speicherung, ihrer langfristigen Wirkung sowie eines möglichen Transfers in Vegetation oder Grundwasser.
- Bei den aktuell noch immer sehr hohen Raten des sogenannten Flächenverbrauchs für Siedlung und Verkehr bzw. bei einem Nutzungswandel (Grünland zu Acker) wird die Wirkung weder national noch international berücksichtigt (Stichworte sind Landgrabbing, virtueller Flächenverbrauch, Flächenimport, Footprint, Klimawandel). Die Kosten und Folgekosten sowie die dadurch bedingten Probleme werden internationalisiert und sozialisiert.
- Weiterhin mangelndes Bodenbewusstsein (auf allen Ebenen), siehe Kapitel „Bodenbewusstsein“.
- Die bodenbezogenen Wirkungen von Maßnahmen im Rahmen des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo), dem Einsatz von sogenannten „Bodenverbesserungsmitteln“ oder der Renaturierung etc. werden nicht oder nur ungenügend berücksichtigt.
- Es existiert keine eigenständige Bodenschutzstrategie. Die Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in anderen „Strategien“ wie die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, Nationale Forschungsstrategie zur Bioökonomie, Nachhaltigkeitsstrategie oder der Klimaanpassungsstrategie oder die Einbindung in andere „Politiken“, wie z. B. die Agrarpolitik, ist absolut unzureichend.
- Die Ausbildung Sachverständiger im Rahmen der Vorsorge, z. B. für eine bodenkundliche Baubegleitung, erfolgt weder an den Universitäten noch im Öffentlichen Dienst.
- Der Zeitrahmen für dringende Novellierungen des BBodSchG bzw. der BBodSchV ist viel zu groß; so laufen die Arbeiten an der Erstellung der Mantelverordnung und der damit verbundenen Novellierung der BBodSchV bereits seit mehr als 10 Jahren.
- Bei vielen Bemühungen zur Verbesserung des Bodenschutzes mangelt es wegen eingeschränkter Ressourcen an Kontinuität, z. B. bei der Unterhaltung von Lehrpfaden, der Pflege und Auswertung von Monitoringprogrammen etc.
- Es besteht große Gefahr, dass sich das Thema politisch „tot“ läuft bzw. von anderen Themen verdrängt wird (Klimawandel, Biodiversität).
- Keine ausreichende/automatische Verzahnung (Berücksichtigung der „Belange des Bodenschutzes“) mit den anderen „Rechtsbereichen“.
- Keine Diskussion zur ethischen und moralischen Verpflichtung der jetzigen Generation der Bodennutzer, analog zur aktuellen Diskussion zur „Klimagerechtigkeit“.
- Keine Monetarisierung der „Kosten durch Unterlassung“ im Vorsorgebereich.

Insbesondere am letzten Aspekt lässt sich gut aufzeigen, dass sich die Vorsorge durchaus rechnen kann. Die durch Hochwässer in den Jahren 2002 und 2013 entstandenen Kosten belaufen sich auf ca. 18 Mrd. Euro. Unterstellt man, dass nur ca. 10 % der Schäden durch die Flächenversiegelung entstanden sind, so belaufen sich die durch die Versiegelung entstandenen Kosten auf ca. 1,8 Mrd. Euro. Eine Versiegelungsabgabe zur Minderung der Hochwasserschäden entspräche somit durchaus dem Verursacherprinzip und man könnte Maßnahmen zur Verbesserung von Aufnahme und Rückhalt von Niederschlagswasser in der Umwelt damit finanzieren. Volkswirtschaftlich würde sich dies durchaus rechnen. Auch der Ansatz zur Monetarisierung der Kühlungsfunktion durch den Boden in städtischen Bereichen ergab z. B. eine Ersparnis an Energiekosten von 60 Euro je m² unversiegeltem Boden (HÖKE 2012).

Eine Beseitigung der angeführten Defizite und eine Umsetzung der z. B. vom WBB angeführten „Regeln zum Bodenschutz“ gelingen allerdings nur, wenn Bodenschutzprogramme und Bodenschutzkonzepte erstellt und politisch verabschiedet werden.

Betrachtet man die vier Hauptarbeitsfelder des vorsorgenden Bodenschutzes (s. Abb. 1), dann lag in den letzten Jahren der Schwerpunkt vor allem in dem Arbeitsfeld Informationsgewinnung, Gefährdungs-



Abb. 1: Hauptarbeitsfelder des vorsorgenden Bodenschutzes.

abschätzung sowie in der Publikation von Leitfäden und Ergebnissen der Monitoringprogramme.

Es fehlt aber an lokalen, regionalen und überregionalen Bodenschutzprogrammen, nur wenige Bundesländer haben ein Bodenschutzprogramm verabschiedet. Es fehlt an einer Bodenschutzstrategie, und auch das Bodenbewusstsein ist bekanntermaßen nicht hinreichend ausgebildet. Auch der Vollzug der Bo-

denschutzgesetze und die aktuelle Rechtsprechung zeigen immer wieder, dass das BBodSchG und die BBodSchV im täglichen Verwaltungsvollzug noch ungenügend berücksichtigt werden.

Es empfiehlt sich deshalb, Bodenschutzprogramme zu formulieren, politisch zu verabschieden und ihnen mit den entsprechenden Strategien zum Erfolg zu verhelfen.

Bodenbewusstsein schärfen

Mangelndes Bodenbewusstsein wird als eine der Hauptursachen für den weit verbreiteten sorglosen Umgang mit dem Schutzgut Boden angesehen (FRIELINGHAUS & SOMMER 2005). Deshalb ist eines der Ziele der UN im Internationalen Jahr des Bodens: „Das Bewusstsein von Zivilgesellschaft und Entscheidungsträgern über die grundlegenden Funktionen von Böden für das menschliche Leben zu schärfen“ (UN 2015).

Ähnliche Zielformulierungen finden sich bereits in der Europäischen Bodencharta von 1972 und in der Weltbodencharta der „Food and Agriculture Organisation of the United Nations“ (FAO) von 1981. So lautet die Formulierung in der Europäischen Bodencharta: „Bodenerhaltung muss auf allen Stufen gelehrt werden und immer stärker in den Blickpunkt der Öffentlichkeit treten“. In der Weltbodencharta heißt es: „Die Landbewirtschaftler und die breite Öffentlichkeit sollten über die Notwendigkeit und die

Mittel zur Verbesserung der Bodenproduktivität und des Bodenschutzes gut informiert werden. Besonders betont werden sollten die Erziehungs- und Beratungsprogramme sowie die Ausbildung des landwirtschaftlichen Personals auf allen Ebenen“.

Diese klaren Empfehlungen wurden in den Arbeiten zur Erstellung der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung (1985) nicht berücksichtigt, entsprechend finden sich dort auch keine Aussagen zu einer öffentlichkeitswirksamen Strategie zur Förderung des Bodenbewusstseins.

Erst im Verlauf der intensiven Diskussionen zum BBodSchG bzw. der BBodSchV wurde erkannt, dass es auf vielen Ebenen der Akteure zum Bodenschutz am entsprechenden Bodenbewusstsein mangelt. Deshalb wurde in Deutschland in den letzten 15 Jahren eine Vielzahl von Initiativen zur Förderung der Bodenbildung und des Bodenbewusstseins gestartet, z. B.: Arbeitskreis Bodenbewusstsein (MUNLV 2001), LAZAR et al. (2003), WBB (2002), THOENES et al. (2004), Umweltbundesamt (UBA 2004), DÜWEL (2013) und zuletzt wiederum durch das UBA. Dessen jüngste Ausarbeitung beschreibt bisherige lokale, regionale und bundesweite Aktivitäten, weiterhin beinhaltet sie einen Katalog bisheriger Maßnahmen sowie einen Leitfaden mit „Fahrplan“ und „Grundsätzen“ für Aktionsvorbereitungen (NIEDERNOSTHEIDE et al. 2015).

Nicht nur in Deutschland, sondern auch in Ländern wie England, Schottland, Schweiz oder Österreich bzw. auf Ebene der EU gab und gibt es eine Vielzahl von Aktivitäten zur Förderung des Bodenbewusstseins. So wird beispielsweise in der „Thematischen Strategie für den Bodenschutz“ der Europäischen Kommission (KOM 231) eine „zunehmende Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Notwendigkeit des Bodenschutzes“ für erforderlich gehalten.

Die Vielzahl an bisherigen Aktivitäten zur Förderung des Bodenbewusstseins sind noch kein hinreichend belastbarer Beleg, dass Empfehlungen und Maßnahmen zur Verbesserung des Bodenbewusstseins in den letzten 15 Jahren tatsächlich zu einem sorgfältigeren Umgang mit dem Schutzgut Boden führen bzw. geführt haben. Zeigen sich also wirklich Erfolge (FELDWISCH 2015) oder wird das Ziel der Sensibilisierung der Gesellschaft, einschließlich der Politik,

tatsächlich nur vereinzelt erreicht (MAKI et al. 2015)?

Diese offenen Fragen machen es erforderlich, im Nachgang zum Internationalen Jahr des Bodens zu überprüfen, ob die Aktivitäten tatsächlich greifen. Eindeutige Untersuchungen und Erhebungen, z. B. in Form von repräsentativen Umfragen in der Bevölkerung, Bodenschutzverwaltung, Forschung und Politik gibt es hierzu nicht. Um diese Frage zu beantworten, müssten zudem zunächst Kriterien formuliert werden, mit denen eine Verbesserung des Bewusstseins und die ersten Erfolge tatsächlich verifiziert werden könnten.

Innerhalb des Bodenschutzes würde damit ein Thema aufgenommen, welches bereits Ende der 60er Jahre als „Mangel an Umweltbewusstsein“ konstatiert und in der neu aufkommenden Umweltpolitik intensiv diskutiert wurde. Eine Umfrage der damaligen Bundesregierung ergab, dass im Jahr 1969 mehr als 90 % der Befragten mit dem Begriff Umweltschutz nichts „anfangen konnten“ (EDINGSHAUS 1980, HARTKOPF 1980). Ähnliche Ergebnisse dürften heute, trotz mehr als 15 Jahre intensiver Anstrengungen seitens des Bodenschutzes zur Verbesserung des Bodenbewusstseins, auch für den Begriff „Bodenschutz“ erzielt werden.

Für die Umweltpolitik stand damals die „Weckung des Umweltbewusstseins“ im Vordergrund. Hierzu gehörte u. a. die Entwicklung von „Strategien zur Hebung des Umweltbewusstseins in der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland“ (HARTKOPF 1980). Mitte und Ende der 70er Jahre wurden dann durch das Institut für Markt- und Sozialforschung (INFAS) und durch weitere wissenschaftliche Einrichtungen Umfragen zum Stellenwert des Umweltschutzes durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten erste Erfolge, denn nun betrachteten, je nach Fragestellung, 40 bis 80 % der Bevölkerung Umweltschutz als wichtige Aufgabe der Politik. Als Umweltbelästigung wurden damals neben Lärm vor allem die Luftverschmutzung, die Wasserverunreinigung und die Landschaftszerstörung benannt. Zudem waren damals mehr als 70 % der Bevölkerung bereit, für Maßnahmen des Umweltschutzes persönliche Opfer zu erbringen.

Aktuellere Umfragen in den Jahren 2002 bis 2012 (KUCKARTZ & GUGGENBERG 2002, KUCKARTZ & RHEIN-

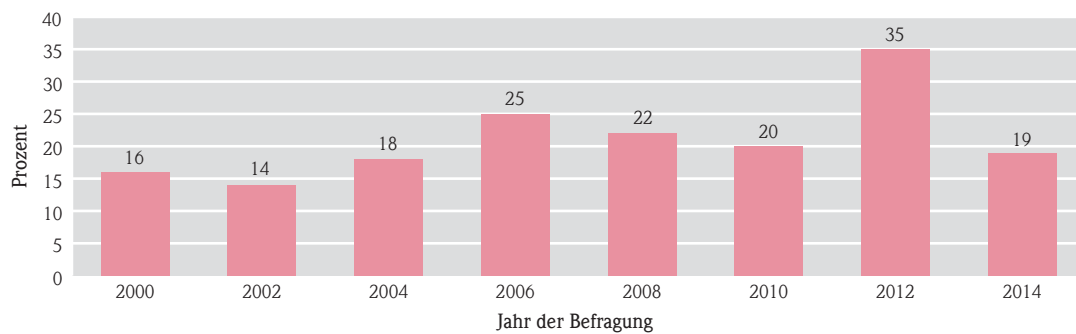


Abb. 2: Umfrageergebnis in Prozent zur Bedeutung des Umweltschutzes als „wichtigstes Problem“ in Deutschland für die Jahre 2000 bis 2014 (UBA 2014).

GANS-HEINZE 2004, Umweltbundesamt 2006–2014) zeigen allerdings, dass in den letzten 15 Jahren im Schnitt nur noch 20 % der Befragten die „Umwelt“ zu einem der wichtigsten aktuellen Probleme zählen. In der obigen Übersicht ist dargestellt, wie viel Prozent der Befragten einer Onlinebefragung (circa 2000 Befragte ab 18 Jahren pro Erhebung) die Bedeutung des Umweltschutzes als „wichtigstes Problem“ betrachteten (s. Abb. 2).

Ein Vergleich der aktuellen Umfragen mit den Ergebnissen der 70er Jahre lässt deshalb nicht eindeutig erkennen, ob das Umweltbewusstsein als solches tatsächlich zugenommen hat.

Das Umweltmedium Boden bzw. das Thema Bodenschutz wurde in den damaligen Umfragen und auch in den Gutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU 1978) nicht als eigenständiges Thema behandelt, allenfalls untergeordnet im Kontext der Landschaftszerstörung oder in Zusammenhang mit der Reinhaltung von Luft und Wasser.

In den Fragenkatalogen der Umfragen der Jahre 2002 und 2004 mit bis zu 79 Fragen taucht das Wort Bodenschutz überhaupt nicht auf, sehr wohl aber Naturschutz (7 mal), Umweltschutz (14 mal) oder Klimaschutz (2 mal). Auch in den damaligen Auswertungen finden sich keine weiterführenden bodenschutzrelevanten Aussagen.

Und auch in den aktuellen Umfragen des Umweltbundesamtes zum Umweltbewusstsein sowie den Studien des Bundesamtes für Naturschutz zum Na-

turbewusstsein (BfN 2009, 2011, 2013) bzw. zum Klimabewusstsein (KUCKARTZ 2008) wird der Bodenschutz nicht thematisiert. Offensichtlich gehört der Boden für die Auftraggeber und Autoren der Studien weder zur Umwelt noch zur Natur. Bisher ist es dem Bodenschutz anscheinend nicht gelungen, das Thema „Bodenbewusstsein“ als zentralen Baustein des „Umweltbewusstseins“ bzw. „Naturbewusstseins“ zu platzieren.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU 1978) definierte in seinem damaligen Gutachten (TZ 1419) Umweltbewusstsein als „Einsicht in die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen durch diesen selbst, verbunden mit der Bereitschaft zur Abhilfe“. Während sich der Grad der „Einsicht der Gefährdung“ im Rahmen einer Befragung in Form einer Prioritätenliste abschätzen lässt, könne man die „Bereitschaft zur Abhilfe“ eigentlich nur durch die Beobachtung des tatsächlichen Verhaltens feststellen, so der SRU 1978.

Orientiert man sich an der Definition des SRU, dass Umweltbewusstsein als „Einsicht **verbunden** mit der gleichzeitigen Bereitschaft zur Abhilfe“ zu verstehen ist, so zeigen Ergebnisse aus dem Jahr 2004 zum Thema Flächenversiegelung, dass die „Einsicht“ bei den Befragten sehr wohl vorhanden ist, das mögliche Handeln dieser Einsicht aber durchaus entgegensteht. So stieg der Anteil der Befragten, die im Nahverkehr PKW oder das Motorrad nutzen von 38 % im Jahr 2002 auf 45 % im Jahr 2004. Ein dadurch verursachter Mehrbedarf an Verkehrswegen (Versiegelung) steht der Einsicht zum Thema Flächenversiegelung

diametral entgegen. In der Umfrage für das Jahr 2002 fanden 97 % der Befragten „für die Reinhaltung von Wasser, Boden und Luft zu sorgen“ als „eher wichtig“ bzw. „sehr wichtig“. Es fehlen aber Informationen, ob und wenn ja wie die Befragten durch ihr tägliches Handeln auch wirklich zur Reinhaltung von Wasser, Boden und Luft beitragen. Ein gestiegenes „Umweltbewusstsein“ lässt sich allein durch hohe Zustimmungswerten nicht erkennen.

Hohe Zustimmungswerten bei den einzelnen Fragen werden zudem auch dadurch erreicht, dass es für den Befragten im Prinzip leicht ist, den Forderungen des Fragenkataloges zuzustimmen, da von ihnen persönlich keine konkreten Handlungen oder sogar ein Verzicht auf bestimmte Gewohnheiten oder Produkte erwartet werden. Etwas zu wissen und als wichtig zu betrachten bedeutet somit nicht zwingend auch entsprechend zu handeln (KLEE 1997, KUCKARTZ 2011). Will man also künftig den Erfolg aller Maßnahmen zur Verbesserung des Bodenbewusstseins abschätzen, sollte unbedingt festgestellt werden, ob „Wissen“ und „Einstellungen“ auch mit dem entsprechenden „Handeln“ verknüpft sind. Es besteht doch häufig eine große Diskrepanz zwischen Wahrnehmung und der geäußerten großen Bedeutung eines Umweltthemas und dem tatsächlichen Handeln (KUCKARTZ 2008).

Als wichtiger Bestandteil des Bodenbewusstseins gilt die „Bodenbildung“, die Schaffung einer kognitiven Ebene – das „Bodenwissen“. Ähnliches galt für den Aufbau der Umweltbildung als Grundlage für die Entwicklung von „Umweltbewusstsein“. Eine

Erhebung in den Jahren 2002 und 2003 ergab für die Bundesrepublik Deutschland ca. 4.700 Einrichtungen, die im außerschulischen Bereich Veranstaltungen zur Umweltbildung anbieten (HEDEWIG 2003). Diese Einrichtungen sollen dazu dienen, nicht nur das Umweltwissen, sondern auch das Umwelthandeln im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu verbessern. Dieser Absicht liegt aber eine gewisse Wunschvorstellung zu Grunde, nämlich die, dass Wissen unter Beteiligung emotionaler Faktoren in einem stufenartigen Prozess zu Erkennen und entsprechendem Handeln führt. Hierbei bleibt aber häufig unberücksichtigt, dass Wissen eben nicht automatisch zum entsprechenden Handeln führt (KLEE 1997, HEDEWIG 2003). Ursache hierfür ist, dass das Handeln der Menschen stärker von Emotionen und dem eigenen Lebensstil beeinflusst wird als von Wissen (KUCHARZYK & MAKKI 2012). So besteht auch im Umweltverhalten eine deutliche Diskrepanz zwischen Wissen und Handeln (KLEE 1997, KUCKARTZ 2008, KLEINHÜCKELKOTTEN & NEITZKE 2011), trotz aller Initiativen zur Verbesserung des Bewusstseins.

Für den Bodenschutz bleibt auch hier wiederum nur festzustellen, dass es bisher nicht hinreichend gelungen ist, „Bodenwissen“ in das Thema „Umweltwissen“ oder in die Lehrpläne der Schulen einzubinden (HASSENPFUG 1998, HASSENPFUG & MÜLLER 2003). Dies lässt sich leicht nachvollziehen, wenn man mal betrachtet, dass nur wenige der umweltpädagogischen Einrichtungen oder Schulen regelmäßig Veranstaltungen zum Thema Boden anbieten. Erst seit wenigen Jahren wird in vereinzelter Veranstaltungen ein Bezug zum Thema Bodenschutz hergestellt.

Fazit

Aus den bisherigen Erfahrungen zu „Umweltbildung“ und „Umweltbewusstsein“ lassen sich für die Initiativen zur „Verbesserung des Bodenbewusstseins“ folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die Belange des Bodenschutzes müssen noch viel stärker den „natürlichen“ Koalitionspartnern im Umweltbereich (Umwelt- und Naturschutz, Umweltpolitik) näher gebracht werden.
- Um den wirklichen Stand des Bodenbewusstseins realistisch abschätzen zu können, müssten die Fragenkataloge zum Umweltbewusstsein und

Naturbewusstsein inhaltlich überarbeitet bzw. ergänzt werden. Auch müsste abgeprüft werden, inwiefern „Wissen“, „Wollen“ und „Handeln“ tatsächlich in Einklang sind.

- Bodenwissen bedeutet nicht zwingend auch eine größere Akzeptanz für die Aufgaben des Bodenschutzes.

Der Bodenschutz muss Strategien entwickeln, mit denen es tatsächlich gelingt, seine Ziele, insbesondere den Schutz der Bodenfunktionen, zu vermitteln.

Diese Strategien sollten möglichst viele Adressaten erreichen, insbesondere politische Entscheidungsträger, vielleicht sogar unter dem Motto „Auch wer den Boden **nicht** kennt, kann ihn schützen“. Eventuell war der Bodenschutz dem Motto „Nur wer den Boden kennt, kann ihn schützen“ zu lange verhaftet.

Weiterhin muss Bodenbewusstsein fester und eigenständiger Bestandteil der Strategien zur Entwicklung des Umwelt- und Naturbewusstseins werden. Hierzu müssen die Themen des Bodenschutzes viel stärker in die Kampagnen der Umweltbildung und zu Umwelt-, Natur- und Klimabewusstsein eingebunden werden.

Neben eigenständigen bodenschutzspezifischen Kampagnen sollte man deshalb u. a. darauf drängen, das Thema Boden/Bodenschutz z. B. in Aktionen und Maßnahmen mit indirektem inhaltlichem Bezug zum Schutzgut Boden deutlich stärker einzubinden. Dazu gehört z. B. die Entwicklung der Biodiversitätsstrategie oder der Klimaanpassungsstrategien der einzelnen Bundesländer. Weiterhin sollten Veranstaltungen in Umweltbildungseinrichtungen viel stärker um Aspekte des Bodenschutzes ergänzt werden. Damit wird nicht zwingend das „Bodenwissen“ vergrößert, die allgegenwärtige Bedeutung der Bodenfunktionen aber deutlich herausgestellt. Dadurch gelänge der Bodenschutz auch stärker in den Fokus des Umwelthandelns.

Was fehlt dem Bodenschutz?

Neben der Beseitigung der beschriebenen Defizite, der Formulierung von Bodenschutzprogrammen und -strategien sowie Allianzen für den Bodenschutz fehlt vor allem der „Schmerzfaktor“. Verunreinigung von Luft und Wasser können bei den Betroffenen direkt zu körperlichen Schäden führen. Verunreinigungen im Boden hingegen haben i. d. R. nur indirekt und mit langer zeitlicher Verzögerung Auswirkung auf die Gesundheit der Menschen und sind zudem nur selten als Ursache direkt zuzuordnen. Der ständige Verlust an Flächen für die Produktion von Nahrungsmitteln wird sich in Mitteleuropa im Vergleich zu den Entwicklungs- und Schwellenländern, auf Grund der ökonomischen Situation, erst in einigen Jahrzehnten auswirken. Die heutigen Entscheidungsträger zur aktuellen Planung der Landnutzung

werden hiervon sehr wahrscheinlich nicht mehr betroffen sein, künftige Generationen aber sehr wohl.

Justus von Liebig hat das Dilemma einer unkontrollierten Bodenbelastung vor mehr als 150 Jahren bereits wie folgt beschrieben:

„Wahrlich, wenn dieser Boden schreien könnte, wie eine Kuh oder ein Pferd, dem man ein Maximum an Milch oder Arbeit mit dem geringsten Aufwand an Futter abquälen wollte, für die Menschen würde die Erde schlimmer als die Danteische Hölle sein“ (LIEBIG 1878).

Dieser Formulierung ist auch heute nichts hinzuzufügen.

Literatur

AK Kritische Ökologie des BdWi (Hrsg.), (1989): Boden – Dokumentation der Jahrestagung 1989 in Düsseldorf. Heft 7 der Reihe „Forum Wissenschaft“, Marburg, 134 S.

BGA (Hrsg.) (1983): Bodenschutzstrategien – Versuch einer Bestandsaufnahme. bga Schriften 2/83, 106 S., MMV Vlg. München.

BMUNR – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, (Hrsg.) (2001): Handlungskonzeption zum vorsorgenden Bodenschutz. Sonderteil, Umwelt 9/2001, 11 S.

BfN – Bundesamt für Naturschutz (2009, 2011, 2013): Naturbewusstseinsstudien 2009, 2011, 2013. [https://www.bfn.de/0309_naturbewusstsein.html].

- BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (1983): Wir leben von dreißig Zentimetern – Ein Bodenschutz Programm.
- CEBULLA, P. (1987): Bodenschutz aus ökologischer Sicht. In: Bodenschutzpolitik und ökologische Wirtschaftsforschung. Dokumentation der VÖW-Tagung, Berlin 1987, Schriftenreihe des IÖW 6/87, S. 50–69.
- DELMHORST, B. (1984): Die Gefährdung des Bodens – Schlüsselproblem der Umweltpolitik. In: Stirbt der Boden? Die schleichende Vergiftung unserer Lebensgrundlage. Tagungsband Vorträge der GDI Tagung – Reihe GDI Schriften, Gottlieb Duttweiler Institut (Hrsg.) Band 35, S. 11–26.
- Der Spiegel (1984): Dreißig Zentimeter, von denen wir leben. „Der Spiegel“, Nr. 31, S. 50–64.
- Deutscher Bundestag (1985): Unterrichtung durch die Bundesregierung – Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung, Bundestagsdrucksache 10/2977, 92 S.
- DÜWEL, O. (2013): Bodenschutz und Bodenbewusstsein: Aktivitäten in den Bundesländern (und beim Bund). Tagungsbeitrag DBG Tagung: Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung, September 2013, Rostock. Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation), 4 S. [<http://www.dbges.de/>].
- EDINGSHAUS, A.-L. (1980): Wie unser Umweltbewusstsein gewachsen ist. Bild der Wissenschaft, 4, S. 100–113.
- EU Kommission (2006): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss sowie an den Ausschuss der Regionen Thematische Strategie für den Bodenschutz. [<http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/bodenschutz-und-altlasten/braunkohlesanierung/eu-bodenschutzpolitik/>].
- FELDWISCH, N. (2015): Internationales Jahr des Bodens 2015 – bringt das was? Steter Tropfen höhlt den Stein – das Bewusstsein für den vorsorgenden Bodenschutz nimmt zu. Manuskript Altlastentag Hannover 2015 – Workshop 2, 8 S. [www.ingenieurbuero-feldwisch.de unter Veröffentlichungen.htm].
- FELLENBERG, G. (1994): Boden in Not: vergiftet, verdichtet, verbraucht – eine Lebensgrundlage wird zerstört. TRIAS-Verlag Stuttgart, 146 S.
- FLECK, W. (2015): Bericht aus dem Bund-/Länderausschuss Bodenforschung. Bodenschutz, 3/15, S. 99.
- FRIELINGHAUS, M. & SOMMER, M. (2005): Vorsorgender Bodenschutz – Voraussetzung für eine nachhaltige Bodennutzung. Zwischenruf – Umweltforschung für die politische Praxis. Hrsg. Leibnitz Gemeinschaft, 2/2005, S. 11–16.
- GIBBONS, B. & WILSON, S.C. (1984): Do we treat our soil like dirt? National Geographic 166 (3), S. 350–389.
- HARTKOPF, G. (1980): Umweltpolitik – Interview. bild der wissenschaft, 4, S. 114–123.
- HASSENPFUG, W. (1998): Bildung von „Bodenbewusstsein“ eine vernachlässigte Aufgabe im Erdkundeunterricht. Die Erde, 129, S. 53–61.
- HASSENPFUG, W. & MÜLLER, K. (2003): Erziehung zum Bodenschutz. In: Handbuch der Bodenkunde, 15. Erg. Lfg. 5/03, 10 S., ecomed Vlg., Landsberg.
- HAUFF, V. & KAUFMANN, M. (1985): Umweltpolitik geht nicht ohne Wirtschaftspolitik: wann stirbt der Boden. Interview Rote Revue, Band 64, Heft 1, S. 10–11, Hrsg.: Sozialdemokratische Partei der Schweiz. [<http://retro.seals.ch/digibib/view?pid=r003:1985:64::389>].
- HEDEWIG, R. (2005): Lehrpfade – Lernpfade – Erlebnispfade. Eine kritische Analyse ihrer Gestaltung und ihrer Wirkung auf Besucher. Jahrbuch Naturschutz in Hessen, 9, S. 226–234.
- HENNERKES, J. (1985): Konzeptionelle Überlegungen der Bund/Länder-Arbeitsgruppe „Bodenschutzprogramm“ der Umweltministerkonferenz. Konzeptionen zum Bodenschutz, Heft 1/2 1985; Hrsg.: Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, S. 9–16.
- HÖKE, S. (2012): Funktionsbewertung urbaner Böden mit besonderer Berücksichtigung ihres Kühlungspotentials. Vortrag Bodenschutzforum 2012, Friedberg – Hessen. [<https://umweltministerium.hessen.de/umwelt-natur/boden/veranstaltungen-termine/bodenschutzforum-2012>].

- HÜBLER, K.-H. (1983): Landschafts- und Bodenverbrauch. Überlegungen zu wirksameren Schutzstrategien. Bodenschutzstrategien – Versuch einer Bestandsaufnahme; Hrsg.: Aurand, K. & Mitarbeiter, bga-Schriften, Band 2/83, MMV Medizin Vlg. München, S. 89–95.
- KLEE, R., (1997): Alle sind dafür, doch nur wenige handeln: Ein Dilemma des Natur- und Umweltschutzes. Jahrbuch Naturschutz in Hessen, 2, S. 197–202.
- KLEINHÜTTELLKOTTEN, S. & NEITZKE, H.-P. (2011): Naturbewusstsein in Deutschland und Konsequenzen für die Naturschutzkommunikation. Natur und Landschaft, 86. Jg., Heft 5, S. 189–195.
- KUCKARTZ, U. (2008): Klimawandel im Bewusstsein der Bevölkerung – Vom Wissen zum Handeln. [www.klimabewusstsein.de/dateien/Luxemburg08.pdf].
- KUCKARTZ, U. (2011): Klimabewusstsein in Europa: Liegt Deutschland vorn? Jahrbuch Ökologie 2011, S. 128–137.
- KUCKARTZ, U. & GRUNENBERG, H. (2002): Umweltbewusstsein in Deutschland 2002 – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. In der Reihe: Umweltpolitik. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Ref. Öffentlichkeitsarbeit, 108 S., www.umweltbewusstsein.de
- KUCKARTZ, U. & RHEINGANS-HEINTZE, A. (2004): Umweltbewusstsein in Deutschland 2004. In der Reihe Umweltpolitik. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Ref. Öffentlichkeitsarbeit, 96 S. [<http://www.umweltstudie2004.de>].
- LAZAR, S., HUCK, S. & MIEHLICH, G. (2003): Initiativen zum Bodenbewusstsein – Böden aufwerten. Bodenschutz, 2, 03, S. 36–40.
- LEE, Y. H. & BÜCKMANN, W. (2005): Neue Hoffnung für den Bodenschutz. Umwelt- und Planungsrecht (UPR), 10, S. 370–380.
- LERSNER, H. v. (1985): Konzeptionen zum Bodenschutz – Einführung. Informationen zur Raumentwicklung, Heft 1/2 1985; Hrsg.: Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, S. I–II.
- LIEBIG, J. v.: Chemische Briefe, 6. Aufl. 1878 – Fünfundvierzigster Brief.
- LÖBSACK, TH. (1986): Diese Handvoll Erde – Entstehung, Funktion und Zerstörung des Boden. DTV Sachbuch 10620. 144 S.
- MAYENKNECHT, P. (1987): Ökonomische Aspekte des Bodenschutzes. In: Bodenschutzpolitik und ökologische Wirtschaftsforschung. Dokumentation der VÖW-Tagung, Berlin 1987, Schriftenreihe des IÖW 6/87, S. 19–49.
- MAKI, M., FRIELINGHAUS, M., HILBERT, S., METZGER, D. & HOFFMANN, CH. (2015): Lokale Netzwerkarbeit für mehr Bodenbewusstsein. Bodenschutz, 3, S. 95–97.
- MIEHLICH, G. (2009): Bodenbewusstsein – ein Schlüssel zur Förderung des Bodenschutzes, NNA-Berichte 1/2009, S. 48–53.
- MUNLV – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2001): Bodengut machen – Empfehlungen zur Verbesserung des Bodenbewusstseins, 55 S.
- National Geographic, (1984): Do we treat our Soil like Dirt? By Gibbons, Boyd; Vol. 166, No. 3, S. 351–389.
- NIEDERNOSTHEIDE, N., KAUFMANN-BOLL, C., HUCK, S., MÄHLMANN, U., LAZAR, S. (2015): Ideen zur Verbesserung des Bodenbewusstseins; UBA TEXTE 29/2015, 160 S.
- PRIDDAT, B. P. (1987): Boden als wirtschaftlicher Produktionsfaktor. Zur Geschichte der ökonomischen Theorie der Bodenschöpfung. In: Bodenschutzpolitik und ökologisch Wirtschaftsforschung – Dokumentation der VÖW-Tagung Berlin 26. – 28. Juni 1987; Schriftenreihe des IÖW 6/87, S. 1–18.
- R. Bosch Stiftung (Hrsg.) (1994): Für eine umweltfreundliche Bodennutzung in der Landwirtschaft: Denkschrift zur Wechselwirkung von Bodennutzung, Bodenfunktionen und Bodenfruchtbarkeit; Aussagen, Ergebnisse und Empfehlungen des Schwäbisch Haller Agrarkolloquiums der Robert-Bosch-Stiftung. Bleicher Vlg., 2. Aufl., 104 S.
- RSU – Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft Sondergutachten 1985, Vlg. W. Kohlhammer, Stuttgart und Mainz, 423 S.

- RSU – Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1990): Altlasten Sondergutachten 1989. Metzler-Poeschel, Stuttgart, 304 S.
- RSU – Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1995): Altlasten II Sondergutachten 1995. Vlg. W. Kohlhammer, Stuttgart und Mainz, 286 S.
- SMEDDINCK, U. & TILS, R., (2002): Normgenese und Handlungslogiken in der Ministerialverwaltung. Die Entstehung des Bundes-Bodenschutzgesetzes: eine politik- und rechtswissenschaftliche Analyse. Nomos Verlagsgesellschaft Baden-Baden, Reihe Umweltrecht und Umweltpolitik, Band 7, 467 S.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (1978): Umweltgutachten 1978. Deutscher Bundestag, 8. Wahlperiode – BT-Drucksache 8/1938, TZ 1384–1447.
- STRIEGNITZ, M. (Hrsg.) (1984): Schutz des Umweltmediums Boden. Tagungsband Evangelische Akademie Loccum, Loccumer Protokolle, Heft 2/84, 413 S.
- THOENES, W., LAZAR, S., HUCK, S. & MIEHLICH, G., (2004): Bodenbewusstsein – Wahrnehmung, Geschichte und Initiativen. In: Handbuch Bodenschutz, 41. Lfg., Kennziffer 0515, VIII/04, 25 S. Erich Schmidt Verlag Berlin.
- THORMANN, A. (1984): Bodenschutz als Teil einer vorsorgenden Umweltpolitik. In: STRIEGNITZ (1984), S. 25–31.
- Umweltbundesamt Berlin (Hrsg.) (1985): Materialien zur Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung. UBA Texte, 27/85, 498 S.
- Umweltbundesamt Berlin (2002–2014): Ergebnisse repräsentativer Bevölkerungsumfragen. [<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltbewusstsein-in-deutschland-2014>].
- WWB – Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz beim BMU (2002): Ohne Boden – bodenlos; eine Denkschrift zur Förderung des Bodenbewusstseins, gefördert durch die Bundesstiftung Umwelt (DBU), 58 S.
- WINTER, R. (Hrsg.) (1985): Rettet den Boden – Wie die neue Umweltkatastrophe noch zu verhindern ist. Ein Stern Report, STERN-Buch im Verlag Gruner & Jahr, 321 S.

Ausgangszustandsbericht für IED-Anlagen

Erste Erfahrungen

ELISABETH SCHIRRA

Vorbemerkungen

Die IED – Industrial Emissions Directive – oder die IE-Richtlinie (Industrie-Emissions-Richtlinie) ist eine EU-Richtlinie mit Regelungen zur Genehmigung, zum Betrieb und zur Stilllegung von Industrieanlagen in der Europäischen Union. Sie ist am 6. Januar 2011 in Kraft getreten und anschließend in deutsches Recht umgesetzt worden. Nach verschiedenen Übergangsregelungen wird seit 7. Januar 2014 bei allen Neu- und Änderungsgenehmigungen bei IE-Anlagen im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren geprüft, ob ein AZB zu erstellen ist. In Deutschland sind von dieser Richtlinie ca. 1800 Großfeuerungsanlagen, 130 Abfallverbrennungsanlagen und Abfallmitverbrennungsanlagen und 7069 Anlagen, die Lösemittel einsetzen, betroffen. Das sind mehr als 9000 industrielle Anlagen.

Aus dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), geändert nach dieser Richtlinie, ergibt sich für die Betreiber die Pflicht zur Erstellung eines Berichtes über den Ausgangszustand des Anlagengrundstückes bezüglich Boden und Grundwasser und die entsprechende Pflicht zur Rückführung in den Aus-

gangszustand nach Betriebsstilllegung. Innerhalb der Betriebszeit ist der Boden regelmäßig alle 10 Jahre zu überprüfen und das Grundwasser alle 5 Jahre. Mit dem Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen vom 8. April 2013 wird in § 10 Absatz 1a BImSchG die Pflicht zur Erstellung eines Ausgangszustandsberichtes geregelt und in § 5 Absatz 4 BImSchG die Rückführungspflicht. In § 3 Absatz 9 und 10 BImSchG werden die gefährlichen Stoffe und die relevanten gefährlichen Stoffe definiert. Gefährliche Stoffe sind solche, die in der EU-Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen oder Gemischen, genannt CLP-Verordnung, genannt sind.

Zur Umsetzung dieser Aufgabe hat die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) in Zusammenarbeit mit der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) die Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser erstellt. Sie soll den Anlagenbetreibern, Gutachtern und Behörden als Hilfestellung für die Erstellung und Prüfung eines AZB im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Verfahrens dienen.

Verfahren und Prüfschritte

Im Verfahrenshandbuch zum Vollzug des BImSchG zur Durchführung von Genehmigungsverfahren (veröffentlicht auf der Seite des HLUG unter Downloads) ist unter Kapitel 4.3.1 Ausgangszustandsbericht bei IE-Anlagen zu lesen: „Ein AZB ist bei Genehmigungsverfahren immer dann notwendig, wenn relevante gefährliche Stoffe und ihr Herstellungs- bzw. Verwendungsort Gegenstand des Verfahrens sind und eine Verschmutzung nicht ausge-

schlossen werden kann. Relevante gefährliche Stoffe sind Stoffe bzw. Gemische nach Artikel 3 der CLP-Verordnung, die in erheblichem Umfang in der Anlage verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden und die ihrer Art nach eine Verschmutzung des Bodens und des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück verursachen können.“

„Der AZB stellt eine besondere Antragsunterlage dar. Die Behörde kann zulassen, dass seine endgültige

Fassung nicht bereits bei Antragstellung oder Vollständigkeitsbestätigung, sondern erst zur Errichtung oder Inbetriebnahme vorliegen muss. Der AZB ist deshalb zwar Bestandteil des Genehmigungsverfahrens, gehört jedoch nicht zu den zu erfüllenden Genehmigungsvoraussetzungen nach § 6 Absatz 1 BImSchG. Der AZB soll deshalb in einem separaten Ordner (als Kapitel 22 der Antragsunterlagen) geführt werden.“ Weiter heißt es: „Im Rahmen der Antragstellung hat der Antragsteller nachvollziehbare Angaben zum Erfordernis eines Ausgangszustandsberichtes (AZB) entsprechend der LABO-Arbeitshilfe zum Ausgangszustand für Boden und Grundwasser zu treffen.“ Dies erfolgt in der Regel im Kapitel 22 der Antragsunterlagen. Anhand dem „Formular 22/1 Ausgangszustandsbericht für IE-Anlagen“, einer umfangreichen Tabelle mit Angaben u.a. zu den verwendeten Stoffen, ihrer Gefährlichkeit und Stoff-

und Mengenrelevanz und letztendlich ihrer Relevanz für die Erstellung eines AZB kann entschieden werden, ob ein AZB zu erstellen ist. Wenn ja, sollte hier bereits ein plausibler Vorschlag für ein Untersuchungsprogramm zur Erstellung des AZB eingereicht werden. Dieses Konzept ist zur Bestätigung der Vollständigkeit des Antrages ausreichend.

Liegt das Konzept für den AZB vor, gibt das Verfahrenshandbuch zum Vollzug des BImSchG auch die verschiedenen Prüfschritte vor.

Für den Fall, dass bei Erteilung des Genehmigungsbescheides der AZB noch nicht vorliegt bzw. die Zustimmung der Genehmigungsbehörde noch nicht erteilt ist, muss die Bedingung in den Bescheid aufgenommen werden, dass die Anlage erst nach Vorlage des AZB und Zustimmung durch die Genehmigungsbehörde in Betrieb genommen werden darf (§ 7 Abs. 1 Satz 5 der 9. BImSchV).

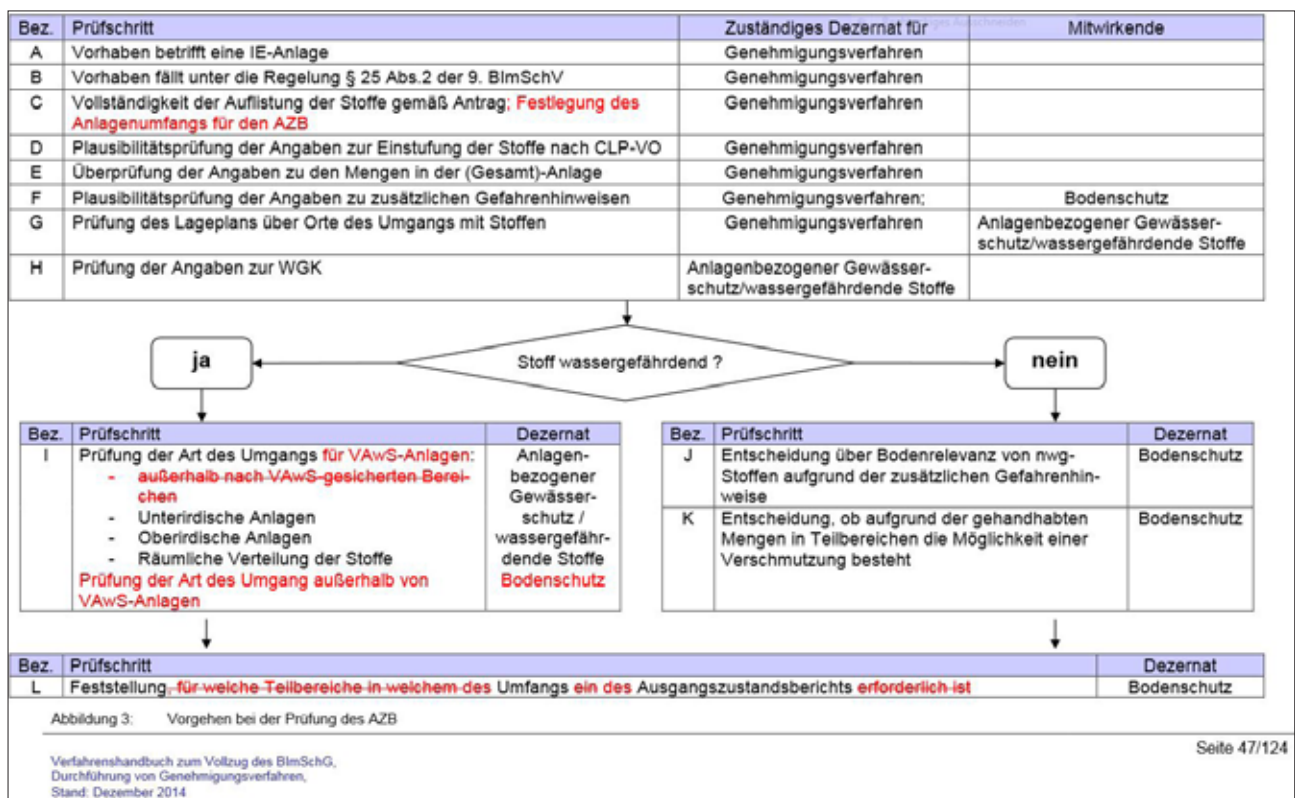


Abb. 1: Auszug aus dem Verfahrenshandbuch.

Erste Erfahrungen und Probleme

Mittlerweile liegen im Zuständigkeitsbereich der Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt, Darmstadt etwa 20 Anträge vor, in denen ein Ausgangszustandsbericht erstellt wird bzw. bereits erstellt wurde. Die Probleme, die dabei auftreten sind ähnlich und wiederholen sich zum Teil.

- Die Antragsteller sind z.T. nicht gewillt, einen AZB zu erstellen, weil sie zum einen der Auffassung sind, genügend Vorkehrungen für die Sicherung der Umweltmedien Boden und Grundwasser getroffen zu haben und zum andern befürchten, dass die Untersuchungen eine Altlastenerkundung durch die Hintertür darstellen.
- Sie gehen mit wenig Überzeugung auf die Forderungen der Behörden ein, weil sie aus Wettbewerbsgründen die Genehmigung und zeitnahe Inbetriebnahme brauchen.
- Sie kritisieren die unterschiedliche Handhabung, insbesondere bei der Beurteilung der VAWs-Flächen, in den verschiedenen Bundesländern.
- Bei der Darstellung des Anlagengrundstückes, der VAWs-Flächen, Rohrleitungen, der AZB-relevanten Flächen und der Verkehrsflächen entstehen immer wieder Diskussionen.

Behördenintern gibt es folgende Probleme:

- Eine Übereinstimmung der Angaben im Kapitel 22 und dem Konzept des AZB ist nicht immer gegeben.
- Ein großer Teil der zu beurteilenden Themen im Zusammenhang mit dem AZB erfordert chemisches Spezialwissen, das im Bodenschutzdezernat Darmstadt nicht ausreichend vorhanden ist. Die erforderlichen Beurteilungen werden mit Hilfe des HLUg vorgenommen. Bei Besprechungen oder Ortsterminen gestellte chemische Fachfragen von Antragstellern können nicht direkt beantwortet werden.

- Die Abläufe, wer wann was prüft, sind erst nach und nach in der Praxis angepasst worden, was auch an dem Änderungsmodus des beim HLUg veröffentlichten Verfahrenshandbuchs zu erkennen ist. Es wird versucht, diese Abläufe im Haus, in den verschiedenen Umweltaustritten und innerhalb Hessens insgesamt zu vereinheitlichen, was aber noch nicht abgeschlossen ist.
- Die Möglichkeit für den Antragsteller, den AZB erst nach Genehmigung fertig zu stellen, hat den Nachteil, dass nach BImSchG nach Erteilung des Bescheides keine weiteren Nebenbestimmungen festgelegt werden können. Das BBodSchG bietet keine Grundlage für einen eigenen Genehmigungsmodus für den AZB. Daher wird der AZB so lange entsprechend den Anforderungen des Bodenschutzes nachgearbeitet, bis das Bodenschutzdezernat gegenüber dem verfahrensführenden Immissionsschutzdezernat seine abschließende Zustimmung zum AZB erteilt. Dann teilt das Immissionsschutzdezernat dies dem Antragsteller mit und erteilt die Zustimmung zur Inbetriebnahme.
- Die Verfahren nach dem BImSchG laufen mit engen Fristen und sorgen bei der Bearbeitung für Zeitdruck. Auch die gewünschte Inbetriebnahme der oft schon genehmigten Anlage erzeugt Zeitdruck.
- Die Kosten, die für Beratungen und Vorgespräche zu einem Ausgangszustandsbericht zu erheben wären, können nicht vom Bodenschutzdezernat erhoben werden und werden normalerweise in der Gebühr im immissionsschutzrechtlichen Verfahren abgegolten. Anders ist es, wenn der Beratung kein BImSchG-Antrag folgt. Dann müssten die Kosten gesondert erhoben werden.

Probleme bei der Umsetzung

- Die Zuordnung von Straßen innerhalb eines Betriebsgeländes als Nebeneinrichtung zu den jeweiligen Anlagen ist schwierig und erfolgt nach der Nutzung für die jeweilige Anlage.
- Oft sind die Anlagen bereits vorhanden und es handelt sich um Änderungsgenehmigungen.

Durch unterirdische Leitungen auf dem Gelände und bereits vorhandenen, hochwertig versiegelten Flächen ist eine Beprobung nicht möglich oder aus innerbetrieblichen Gründen nicht gewünscht (notwendige hohe Sicherheitsvorkehrungen, Störung von Betriebsabläufen). In solchen Fällen

wird die Bestimmungsgrenze zugrundegelegt und im AZB wird geregelt, dass nach der Stilllegung der Anlage auf die Bestimmungsgrenze der relevanten gefährlichen Stoffe zurückzuführen ist.

- Für viele Stoffe gibt es keine Analyseverfahren für Boden und Grundwasser. Die LABO-Arbeitshilfe lässt für die Überwachung dieser Stoffe auch Summenparameter zu. Bei Summenparametern liegen die Bestimmungsgrenzen aber höher, so dass Einträge von Einzelstoffen möglicherweise nicht erkannt werden. (Mit der Nachweisgrenze kann festgestellt werden, ob was da ist. Aber erst mit der Bestimmungsgrenze ist eine quantitative Bestimmung möglich.).
- Von Antragstellern werden zur Beschreibung des Ausgangszustands für das Medium Wasser oft vorhandene, betriebseigene Brunnen herangezogen, die aber wegen zu großer Fördermengen oft ungeeignet sind. Besser sind stattdessen neue Brunnen, die bedarfsgerecht platziert und beprobt werden können.
- Sind mehrere Flächen eines Anlagengrundstückes für den AZB relevant, entstehen oft Diskussionen über die Untersuchung von Teilflächen.
- Wenn bei VAWs-Flächen zusätzliche Kontrollmaßnahmen stattfinden, sind diese bei der Betrachtung für den AZB ausgenommen. Dies gilt aber nicht für die in der Regel einwandigen Rohrleitungen, die nach VAWs hergestellt sind. Diese können flanschlos sein und über unbefestigten Flächen geführt werden, dann sind sie relativ sicher. Werden sie über Fahrwege geführt, gibt es die Möglichkeit eines Unfalls und die Flächen darunter sind für den AZB zu betrachten. Wenn die Rohrleitungen mit Flanschen gebaut sind und über nicht nach VAWs ausgestatteten Flächen geführt werden, sind sie diese Flächen darunter auf jeden Fall zu betrachten.
- Bei der Betrachtung einer Abfallverbrennungsanlage werden die Betriebsstoffe, soweit sie relevant und gefährlich sind, im AZB betrachtet, nicht aber die gefährlicheren Abfallstoffe.

Fazit

Trotz zum Teil gleicher Antragsteller ist noch immer keine Routine im Ablauf der Bearbeitung des Kapitel 22 bzw. des AZB entstanden. Es ergeben sich noch immer Fragen seitens der Antragsteller und der Behörde und es gibt noch immer Abstimmungsbedarf innerhalb der Behörde. Es entwickelt sich erst nach und nach ein Handlungsablauf.

Für den Standort Deutschland, in dem bereits ein hohes Niveau für den Umweltschutz vorhanden ist, scheint diese Neuerung der Erstellung eines AZB nicht unbedingt erforderlich. Da die Bodenproben oft nicht möglich sind, sind auch die vorgesehenen,

wiederkehrenden Untersuchungen nicht möglich. Vielmehr erscheint eine regelmäßige Überwachung des Grundwassers für einen Standort sinnvoll und bei Betriebseinstellung eine abschließende Untersuchung der Medien Boden und Grundwasser. Die Auflage, die eingesetzten Stoffe in einer Anlage nach Beendigung der Betriebszeit in den Medien Boden und Grundwasser grundsätzlich auf ein Maß unterhalb der Gefahrenschwelle zurückzuführen, scheint mir eine sinnvolle Maßnahme. Ob die derzeitige Praxis der Erstellung eines Ausgangszustandsberichtes dafür erforderlich ist, wird die Anwendung in den nächsten Jahren zeigen.

Flächenhafter Bericht über Ausgangszustand von Boden und Grundwasser

HANS BECHER, OLIVER HESS & STEFAN KAMSTIES

Einleitung

Die Umsetzung der europäischen Richtlinie über Industrieemissionen¹ (im Folgenden: IE-RL) erfolgte in Deutschland zum 02.05.2013. Änderungen ergaben sich vor allem im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). Ausgehend von Art. 22 Abs. 2 und Abs. 3 der IE-RL trifft das BImSchG in § 5 Abs. 4 nunmehr spezielle Regelungen für den Fall der Anlagenstilllegung, wie es sie im deutschen Recht bislang nicht gab², nämlich den Bericht über den Ausgangszustand von Boden und Grundwasser (AZB).

Diese Vorschriften zählten zu den umstrittensten Regelungen im Gesetzgebungsverfahren.³ Sowohl BDI als auch VCI hatten sich ablehnend zur Konzeption geäußert. Auch die Bundesregierung betrachtete das Konzept mit Verweis auf das bestehende deutsche Bodenschutzrecht kritisch, ebenso der Bundesrat.⁴ Wesentlicher Inhalt der Regelungen ist die Pflicht zur Erstellung eines AZB und die daraus bei Still-

legung der Anlage zu ermittelnde Rückführungspflicht des Anlagengrundstücks, wenn es zu Boden- und Grundwasserverschmutzungen durch den Betrieb der Anlage gekommen sein sollte. Dazu ist es erforderlich, alle relevanten gefährlichen Stoffe der Anlage zu erfassen und Boden und Grundwasser auf deren Vorhandensein hin zu untersuchen.

Der Ausgangszustandsbericht hat nicht die Aufgabe, die Genehmigungsfähigkeit der Anlage sicherzustellen. Vielmehr geht es um die rechtzeitige Erstellung eines Befundes, der dann viel später in der Stilllegungsphase der Anlage bedeutsam wird.⁵ Die inhaltliche und dogmatische Ausgestaltung des AZB bereitet allerdings im Vollzug rechtliche und technische Schwierigkeiten. Hinzu kommen Fragen der Verhältnismäßigkeit und des Verhältnisses zum bestehenden Bodenschutzgesetz.

Umsetzbarkeit der Regelungen zum AZB

Während die Intention der IE-RL nachvollziehbar und begrüßenswert ist („Hinterlassen Sie diesen Ort so, wie Sie ihn vorgefunden haben.“) weisen die gesetzlichen Vorgaben und die für den Vollzug erarbeiteten Handreichungen zahlreiche und teilweise gravierende Defizite auf. In den Formulierungen

der Vorgaben werden der Stand der Technik und – speziell für Deutschland – die Wechselwirkungen mit den zahlreichen bestehenden gesetzlichen und administrativen Anforderungen an den Betrieb von Anlagen nicht angemessen berücksichtigt. Das geht bis hin zur faktischen Unmöglichkeit, die gesetz-

¹ RL 2010/75/EU

² Alfred Scheidler, Die neuen Nachsorgepflichten für Betreiber von Anlagen nach der Industrieemissions-Richtlinie, ZUR 2013, 264

³ Becher, Auswirkungen der IED auf die chemische Industrie in Immissionsschutz Bd. 4; S2 ff.

⁴ Becher aaO.

⁵ Hans D. Jarass, Das neue Recht der Industrieanlagen Zur Umsetzung der Industrieemissions-Richtlinie, NVwZ 2013, 169

lichen Anforderungen zu erfüllen, insbesondere die Forderung nach dem „...quantifizierten Vergleich mit dem Zustand bei der Betriebseinstellung... „ (9. BImSchV, § 4a Abs. 4). Gerade bei in der chemischen Industrie häufig vorkommenden Vielstoffanlagen wären bei einem Genehmigungsverfahren bisweilen hunderte von Stoffe im Boden und Grundwasser zu analysieren.

Objektiv nicht befolgbare Normen sind nichtig, jedoch steht der Verwaltung insoweit keine Normverwerfungskompetenz zu. In der Genehmigungspraxis ist eine Klage auf Feststellung der Nichtigkeit der existierenden Regelungen zum AZB wenig hilfreich,

da langwierig und nur bedingt erfolgversprechend. Betreiber sind in der Regel doch daran interessiert ihre Betriebsgenehmigungen zu erlangen.

Vor diesem Hintergrund hat die Merck KGaA in Darmstadt für ihren dortigen Standort ein Konzept entwickelt, das eine Methodik vorschlägt, die sich im Rahmen des bestehenden Rechts und naturwissenschaftlich technischen nachvollziehbaren Lösungen bewegt.

Das Konzept sieht das Modell eines flächenhaften also nicht einzelanlagenbezogenen AZB vor, der über Summen und Leitparameter eine Vielzahl von Stoffen erfasst.

Randbedingungen bei der Merck KGaA

- Zahlreiche teils kleinflächige IED-Anlagenstandorte (ca. 30).
- Häufige Änderungsgenehmigungsverfahren nach § 16 BImSchG aufgrund sehr dynamischen und innovativen Geschäfts.
- Produktion von Spezial-/Feinchemikalien, häufig in sog. Vielstoff-Anlagen mit entsprechender Rahmengen Genehmigung nach § 6 Abs. 2 BImSchG.
- Durch historische Nutzungen bestehende Vorbelastungen von Boden und Grundwasser – hierzu besteht ein öffentlich-rechtlicher Vertrag mit dem Land Hessen, der die Untersuchungs- und Sanierungspflichten am Standort regelt.

Die wesentlichen Fragestellungen im Überblick

- Die „relevanten gefährlichen Stoffe“ sind in der CLP-Verordnung definiert. Teilweise liegen die erforderlichen Informationen zur Einstufung der Stoffe nicht vor. Teilweise sind die eingestuften Stoffe nicht eindeutig definiert (Bsp. aus der CLP-VO: „reaction product of: polyethylene-polyamine-(C16-C18)-alkylamides with monothio-(C2)-alkyl phosphonates“).
- In sog. Vielstoff-Anlagen ist mit der Genehmigung keine abschließende Liste der „relevanten gefährlichen Stoffe“ definiert. Es werden bestimmte Herstellungsverfahren genehmigt, die auf Stoffgruppen angewendet werden können.
- Gerade in der chemisch-pharmazeutischen Industrie werden überwiegend Stoffe gehandelt, für die keine und erst recht keine genormten Verfahren zur Untersuchung von Spuren in Umweltmedien existieren. Eine verlässliche quantitative Bestimmung der Ausgangs-Konzentration aller „relevanter gefährlicher Stoffe“, wie gesetzlich gefordert, kann deswegen nicht geleistet werden.
- Gerade auf den zumeist seit langer Zeit industriell genutzten Standorten ist das Verhältnis von bestehenden Vorbelastungen zu den zu untersuchenden „relevanten gefährlichen Stoffen“ nicht klar. Zwar soll die Vornutzung beschrieben werden, untersucht werden müssen aber „nur“ die im Zusammenhang mit dem Genehmigungsverfahren stehenden relevanten gefährlichen Stoffe (keine „Altlastenuntersuchung durch die Hintertür“).
- Wie aussagekräftig ist die Grundwasseruntersuchung zu einem Zeitpunkt für evtl. zeitliche Konzentrationsschwankungen bei wechselnden Fließverhältnissen? Wie aussagekräftig ist die Bodenuntersuchung an einer Bohrung für die flächige Verteilung einer Substanz?

- Abgrenzung des Anlagengrundstücks – Wie sind z.B. Rohrleitungen und Verkehrsflächen zu handhaben?
- VAWS-Flächen in Abgrenzung (müssen/dürfen für die AZB-Untersuchung nicht durchbohrt werden) zu einfach versiegelten Flächen.
- Wiederholungsuntersuchung (spätestens nach 5 Jahren): Ist die Tatsache, dass seit der AZB-Erstellung keine Havarie mit Auswirkung auf Boden/Grundwasser eingetreten ist, ausreichend, um den Verzicht auf materielle Wiederholungsuntersuchungen zu rechtfertigen? Die bisherige Erfahrung zeigt hier erhebliche Unterschiede in der Einschätzung von Antragsteller und Genehmigungsbehörde. (Antragsteller: „Wie wahrscheinlich ist es denn, dass ein wasserunlöslicher Feststoff, der im 4. OG verarbeitet wird, in den Boden/das Grundwasser eindringt, wenn ich keine Störfälle habe?“ Genehmigungsbehörde: „Naja, ausgeschlossen ist es jedenfalls nicht.“)
- Sind die zahlreichen im deutschen Recht verankerten technischen Sicherungsmaßnahmen gegen Stofffreisetzen (VAWS etc.) und Regelungen zur Boden-/Grundwasserqualität (BBodSchG, WHG) nicht ausreichend, um schädliche Boden- und Grundwasserverunreinigungen zu verhindern bzw. den Umgang damit zu regeln? Wie sind die Abgrenzungen zwischen den Rechtsbereichen? Überschneidende/konkurrierende Regelungen verursachen Unklarheit.

Technische Herangehensweise und Standpunkt(e) der Merck KGaA

- Ziel: Anlagenübergreifender AZB für den gesamten Standort (bzw. den Teil, in dem IED-Anlagen liegen).
- Untersuchungskonzept/-ansatz:
 - Quantitative Untersuchung der relevanten gefährlichen Stoffe, für die Normen zur Untersuchung von Boden/Grundwasser existieren als Leitparameter. (Hintergrund: Diese Stoffe können heute quantitativ bestimmt werden, weil sich in 40 Jahren Altlastenbearbeitung gezeigt hat, dass eben diese Stoffe schädliche Boden-/Grundwasserveränderungen herbeiführen können.)
 - Fassung der restlichen Stoffe über Summenparameter (quantitativ, aber nicht stoffspezifisch) und über Screening-Verfahren (z.T. stoffspezifisch, aber nicht quantitativ)
 - Repräsentative Bodenuntersuchungen (Raster), unter der Prämisse, dass hinsichtlich der relevanten gefährlichen Stoffe bislang keine Freisetzung in den Boden stattgefunden hat.
 - Repräsentative Grundwasseruntersuchungen mit dem bestehenden Messstellenetz (ggf. mit zus. Messstellen im Einzelfall).
- Materielle Wiederholungsuntersuchungen: sind nur notwendig, wenn es Havarien gegeben hat, bei denen es zu Stofffreisetzungen in den Boden oder das Grundwasser gekommen ist.
- Die Rückführungspflicht ist nur im Zusammenspiel mit der bodenschutzrechtlichen Sanierungspflicht sinnvoll zu beurteilen.

Fazit

Durch die unglückliche Verbindung des AZB mit dem Anlagengenehmigungsrecht, die teilweise nicht umsetzbaren Vorgaben des europäischen Rechts und den in den Bundesländern divergierenden Vollzug zum AZB sind Betreiber und Behörden gefordert, in-

novative Lösungen zur Umsetzung der Anforderungen der IE-RL zu finden. Es bleibt abzuwarten, wie sich Vollzug und Rechtsprechung zum AZB langfristig entwickeln.

Zusammenstellung der rechtlichen Grundlagen

Art 22 Abs. 2 und Abs. 3 der IE RL lauten:

„(2) Werden im Rahmen einer Tätigkeit relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt, so muss der Betreiber mit Blick auf eine mögliche Verschmutzung des Bodens und Grundwassers auf dem Gelände der Anlage einen Bericht über den Ausgangszustand erstellen und diesen der zuständigen Behörde unterbreiten, bevor die Anlage in Betrieb genommen oder die Genehmigung für die Anlage erneuert wird, und zwar erstmals nach dem 7. Januar 2013.

Der Bericht über den Ausgangszustand enthält die Informationen, die erforderlich sind, um den Stand der Boden- und Grundwasserverschmutzung zu ermitteln, damit ein quantifizierter Vergleich mit dem Zustand bei der endgültigen Einstellung der Tätigkeiten gemäß Absatz 3 vorgenommen werden kann.

Der Bericht über den Ausgangszustand muss mindestens die folgenden Informationen enthalten:

- a) Informationen über die derzeitige Nutzung und, falls verfügbar, über die frühere Nutzung des Geländes;
- b) falls verfügbar, bestehende Informationen über Boden- und Grundwassermessungen, die den Zustand zum Zeitpunkt der Erstellung des Bericht widerspiegeln, oder alternativ dazu neue Boden- und Grundwassermessungen bezüglich der Möglichkeit einer Verschmutzung des Bodens und des Grundwassers durch die gefährlichen Stoffe, die durch die betreffende Anlage verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden sollen.

Erfüllen Informationen, die nach Maßgabe anderer einzelstaatlicher Rechtsvorschriften oder Rechtsvorschriften der Union erstellt wurden, die Anforderungen dieses Absatzes, so können diese Informationen in den vorzulegenden Bericht über den Ausgangszustand aufgenommen oder diesem beigelegt werden. Die Kommission erstellt Leitlinien für den Inhalt des Berichts über den Ausgangszustand.

(3) Bei endgültiger Einstellung der Tätigkeiten bewertet der Betreiber den Stand der Boden- und Grundwasserverschmutzung durch relevante gefährliche Stoffe, die durch die Anlage verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden. Wurden durch die

Anlage erhebliche Boden- oder Grundwasserverschmutzungen mit relevanten gefährlichen Stoffen im Vergleich zu dem im Bericht über den Ausgangszustand gemäß Absatz 2 angegebenen Zustand verursacht, so ergreift der Betreiber die erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung dieser Verschmutzung, um das Gelände in jenen Zustand zurückzuführen. Zu diesem Zweck kann die technische Durchführbarkeit solcher Maßnahmen berücksichtigt werden.“

Deutschland hat die Regelungen wie folgt umgesetzt:

§ 5 Abs. 4 BImSchG

(4) Wurden nach dem 7. Januar 2013 auf Grund des Betriebs einer Anlage nach der Industrieemissions-Richtlinie erhebliche Bodenverschmutzungen oder erhebliche Grundwasserverschmutzungen durch relevante gefährliche Stoffe im Vergleich zu dem im Bericht über den Ausgangszustand angegebenen Zustand verursacht, so ist der Betreiber nach Einstellung des Betriebs der Anlage verpflichtet, soweit dies verhältnismäßig ist, Maßnahmen zur Beseitigung dieser Verschmutzung zu ergreifen, um das Anlagengrundstück in jenen Ausgangszustand zurückzuführen. [...]

§ 10 Abs. 1a BImSchG

(1a) Der Antragsteller, der beabsichtigt, eine Anlage nach der Industrieemissions-Richtlinie zu betreiben, in der relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden, hat mit den Unterlagen nach Absatz 1 einen Bericht über den Ausgangszustand vorzulegen, wenn und soweit eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück durch die relevanten gefährlichen Stoffe möglich ist. Die Möglichkeit einer Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers besteht nicht, wenn auf Grund der tatsächlichen Umstände ein Eintrag ausgeschlossen werden kann.

§ 4a Abs. 4 der 9. BImSchV

(4) Der Bericht über den Ausgangszustand nach § 10 Absatz 1a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes hat die Informationen zu enthalten, die erforderlich sind, um den Stand der Boden- und Grundwasserverschmutzungen zu ermitteln, damit ein quantifizierter Vergleich mit dem Zustand bei der Betriebseinstellung der Anlage vorgenommen werden kann. Der Bericht über den Ausgangszustand hat die folgenden Informationen zu enthalten:

1. Informationen über die derzeitige Nutzung und, falls verfügbar, über die frühere Nutzung des Anlagengrundstücks,
2. Informationen über Boden- und Grundwassermessungen, die den Zustand zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts über den Ausgangszustand nach § 10 Absatz 1a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes wiedergeben und die dem Stand der Messtechnik entsprechen; neue Boden- und Grundwassermessungen sind nicht erforderlich, soweit bereits vorhandene Informationen die Anforderungen des ersten Halbsatzes erfüllen.

Erfüllen Informationen, die auf Grund anderer Vorschriften erstellt wurden, die Anforderungen der Sätze 1 und 2, so können diese Informationen in den

Bericht über den Ausgangszustand aufgenommen oder diesem beigelegt werden. Der Bericht über den Ausgangszustand ist für den Teilbereich des Anlagengrundstücks zu erstellen, auf dem durch Verwendung, Erzeugung oder Freisetzung der relevanten gefährlichen Stoffe durch die Anlage die Möglichkeit der Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers besteht. Die Sätze 1 bis 4 sind bei einem Antrag für eine Änderungsgenehmigung nur dann anzuwenden, wenn mit der Änderung neue relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden oder wenn mit der Änderung erstmals relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden; ein bereits vorhandener Bericht über den Ausgangszustand ist zu ergänzen. § 25 Absatz 2 bleibt unberührt.

Grundwasser-Lebenswelt - Besonderheiten eines verborgenen Lebensraumes

HANS JÜRGEN HAHN & CORNELIA SPENGLER

Überall, wo wir gehen und stehen findet sich Grundwasser unter unseren Füßen. Dieses Grundwasser, in der Reinheit, wie wir es gewöhnt sind, ist vor allem das Ergebnis biologischer Prozesse. Wir müssen uns deshalb von dem Gedanken freimachen, dass Grundwasser eine tote, unbelebte Ressource sei. Vielmehr gilt: Nur gesunde Grundwasserökosysteme liefern auch sauberes Grundwasser. In der Tat, Grundwasser ist ein Lebensraum und zwar einer der größten und ältesten auf den Kontinenten der Erde. Beindruckend sind die Ökosystemdienstleistungen, die uns die Grundwasserlebensgemeinschaften – Tiere und zahllose Mikroorganismen – bieten: An erster Stelle zu nennen ist hier die Reinigung des Wassers durch die Bakterien, die gelöstes organisches Material zu Bakterienbiomasse umbauen, und die Tiere, die die Bakterien und totes organisches Material fressen. Genauso funktioniert auch die biologische Selbstreinigung der Fließgewässer. Solcherart gereinigtes Grundwasser wird in Deutschland etwa im Werte von 5–7 Milliarden Euro jährlich für die Trinkwas-

serversorgung gefördert. Tiere, die im Sediment graben und den Bakterienaufwuchs und eingetragenen Detritus¹ fressen, halten damit das Lückensystem der Grundwasserleiter offen. Da Grundwasser und Oberflächengewässer in engem Austausch stehen, wird dadurch auch das Oberflächenwasser gereinigt. Durch das Offenhalten der Lückensysteme verbessern sie gleichzeitig auch die hydraulische Leitfähigkeit der Bachsedimente und fördern die Austauschvorgänge zwischen „oben“ und „unten“. Direkt lässt sich die Grundwasserfauna vor allem für Zwecke der Bioindikation nutzen, denn die Tiere geben uns wichtige Informationen über den Zustand des Grundwassers. Ein ganz wichtiger Aspekt sollte hier nicht unerwähnt bleiben: die Grundwasserfauna trägt in nicht geringem Maße zur Biodiversität, zur biologischen Vielfalt, bei. Etwa 500 Tierarten wurden bisher im deutschen Grundwasser gefunden (Abb. 1), davon etwa die Hälfte ausschließlich dort. Weltweit geht man von ca. 50000–100000 streng grundwasser gebundenen Tierarten aus (HAHN 2012).

Besonderheiten des Lebensraums Grundwasser

Der hydrologische Austausch

Die für die Ökologie des Grundwassers wohl bedeutendste Eigenschaft ist die Art der Energieversorgung: während die Lebensräume der Erdoberfläche meist autotroph² sind, dort also grüne Pflanzen mit Hilfe des Sonnenlichtes aus anorganischen Stoffen Biomasse aufbauen und Sauerstoff erzeugen, sind lichtlose

Grundwasserökosysteme überwiegend heterotroph. Organisches Material wird in gelöster oder partikulärer Form, als Detritus, von der Erdoberfläche ins Grundwasser eingetragen. Chemoautotrophe Primärproduktion dagegen spielt in den meisten Grundwässern wohl keine nennenswerte Rolle. Grundwasserlebensräume hängen demzufolge ganz stark von den Wechselwirkungen mit Oberflächenwasser ab.

¹ Detritus: Reste abgestorbener Pflanzen und Tiere

² autotroph/heterotroph: sich von anorganischen/organischen Stoffen ernährend

Tatsächlich ist der hydrologische Austausch wohl der wesentliche Schlüsselparameter für Grundwasser-ökosysteme (Abb. 2).

Das von der Erdoberfläche aus das Grundwasser speisende Wasser transportiert organisches Material (OM) und Sauerstoff in die Tiefe. Je besser also der Kontakt zur Erdoberfläche, desto größer das Angebot an Sauerstoff und organischem Material. Mit zunehmender Verweilzeit wird immer mehr OM unter Sauerstoffverbrauch biologisch abgebaut. Je älter ein Grundwasser, umso schlechter also die Versorgung mit diesen Stoffen und umgekehrt. Wird allerdings sehr viel OM eingetragen, können durch biologische Abbauvorgänge hypoxische oder anoxische Verhältnisse auftreten. Sauerstoffkonzentrationen $< 1 \text{ mg/l}$ sind auch für die anspruchslose Grundwasserfauna kritisch. Unterhalb dieses Wertes geht die Besiedlungsdichte schlagartig zurück. Oberhalb dieses Wertes spielt Sauerstoff dagegen keine Rolle mehr

für die Besiedlung. Entscheidend ist vor allem das Nahrungsangebot. Besiedlungsdichte und Artenspektrum sind stark und positiv mit dem Angebot an OM korreliert. Bei geringem OM-Angebot ist die Besiedlung sehr dünn und artenarm, bestimmt fast ausschließlich von anspruchslosen, echten Grundwassertieren, deren Dichte jedoch mit zunehmendem OM steigt. Irgendwann jedoch ist der Punkt erreicht, wo die Lebensbedingungen auch für die wesentlich anspruchsvolleren Oberflächenwasserarten ausreichend sind. Diese beginnen nun zunehmend die konkurrenzschwachen Grundwassertiere zu verdrängen. Daraus ergibt sich der für die faunistisch begründete Bioindikation im Grundwasser wohl vielversprechendste Ansatz: Die Besiedlungsdichte und das Verhältnis echter Grundwassertiere zu Oberflächenarten zeigen uns die Stärke und die Richtung des hydrologischen Austauschs und dessen Veränderung an.



Abb. 1: Tiere des Grundwassers: Links oben Höhlenflohkrebs, rechts unten eine Grundwasserassel (beide Fotos: K. Grabow, Karlsruhe), in der Mitte Muschelkrebs, Raupenhüpferling und Brunnenkrebs (von links unten nach rechts oben; Fotos: Autor). Echte Grundwassertiere sind meist blind, unpigmentiert, langgestreckt und besitzen einen reduzierten Stoffwechsel, um knappe Energie zu sparen.

Die Struktur des Grundwasserleiters

Die hydrologische Leitfähigkeit des Grundwasserleiters, also der Leitertyp (z.B. Kluft-, Karst- oder Porenleiter), bestimmt die Größe des verfügbaren Lückenraums. Dadurch werden nicht nur die Dynamik und das Fließverhalten des Wassers beeinflusst, sondern vor allem auch die Größe der dort lebenden Tiere. In Kluft- und Karstleitern leben deswegen wesentlich größere Tiere als in Lockergesteinsleitern mit kleinen Porenräumen. Das Vorkommen bestimmter Tiere erlaubt deshalb Rückschlüsse auf die Herkunft eines Wassers und damit auf die hydrogeologischen Zusammenhänge.

Stoffliche Einträge

Die Auswirkungen stofflicher Einträge auf die Grundwasserfauna sind, mit Ausnahme von OM, schwer abzuschätzen. Ziemlich sicher aber sind die meisten Grundwassertiere recht tolerant gegenüber Veränderungen der wasserchemischen Verhältnisse, solange es sich dabei nicht um Extreme handelt.

Korrelationen zwischen Hydrochemie und Fauna wurden bisher nur ausnahmsweise festgestellt (HAHN 2006). Gelegentlich findet man Zusammenhänge zwischen Nitrat und Fauna, aber hier ist dann eher von der Zeigerfunktion des Nitrats für Oberflächeneintrag oder der Art der Landnutzung auszugehen (STEIN et al. 2010).

Anders sieht es bei toxischen Substanzen aus: Grundwassertiere scheinen hier ähnlich zu reagieren wie Oberflächenarten, wobei es große Unterschiede zwischen den verschiedenen Tiergruppen und Stoffen gibt. Nematoden z.B. scheinen insgesamt wesentlich toleranter gegenüber den verschiedensten Schadstoffen zu sein als Krebstiere. Grundwässer, die nur von Nematoden besiedelt sind, müssen deshalb in den meisten Fällen als anthropogen stark beeinflusst bewertet werden (MATZKE 2006). Letztlich ist der Kenntnisstand zu den Auswirkungen von Schadstoffen auf Grundwasser noch sehr gering, so dass praktische Anwendungen bisher kaum möglich sind. Bakterien dagegen reagieren recht spezifisch auf unterschiedliche Substanzen, so dass diese dem Fachmann Informationen über Art und Stärke der Belastung geben können.

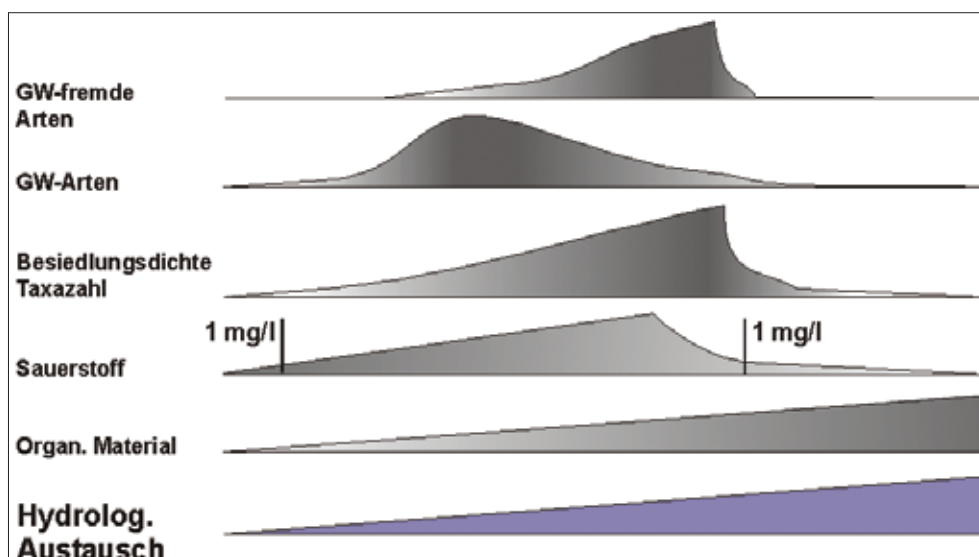


Abb. 2: Bedeutung des hydrologischen Austauschs für Grundwasserlebensgemeinschaften: Mit zunehmendem Oberflächenwassereintrag, dargestellt entlang der X-Achse, nimmt das Angebot an Sauerstoff und organischem Material im Grundwasser zu. Entsprechend verändert sich die Fauna. Erläuterung dazu im Text.

Anwendungsmöglichkeiten grundwasserökologischer Kenntnisse

Alle gesicherten Anwendungsmöglichkeiten grundwasserökologischer Kenntnisse beruhen derzeit auf der Indikation von Oberflächenwasser-Grundwasser-Wechselwirkungen, teilweise noch ergänzt um Hintergrundinformationen über hydrogeologische Zusammenhänge. Dabei ist insbesondere die schnelle Reaktion der Fauna auf Veränderungen der hydrologischen und hydrogeologischen Veränderungen hervorzuheben. Zu näheren Informationen zu den Anwendungsmöglichkeiten grundwasserökologischer Forschung siehe BORK et al. (2009), auf die sich auch die unten stehenden Ausführungen beziehen.

Abschätzung der intrinsischen Vulnerabilität: Uferfiltrationsanlagen und Brunnen

Unter intrinsischer Vulnerabilität versteht man die potentielle Gefährdung eines Grundwassers durch Oberflächeneintrag beliebiger Stoffe. Genau darauf reagiert auch die Grundwasserfauna. Anhand der Fauna lässt sich eindeutig feststellen, ob bei einem Brunnen ein hydraulischer Kurzschluss besteht oder nicht. Ebenso kann man im Bereich einer Uferfiltrationsanlage anhand der räumlichen Verteilung der Tiere und deren Artenspektrum sehr genau die Gradienten zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser ermitteln und bei regelmäßiger Überwachung ggf. auch den Durchbruch von Oberflächenwasser erfassen.

Feuchtgebietsmanagement

Die nachhaltige Bewirtschaftung grundwasserabhängiger Feuchtgebiete bedeutet vor allem, die hydrologischen Verhältnisse in einer Weise zu erhalten, die die ökologische Funktionsfähigkeit und die Integrität dieser meist geschützten Lebensräume bewahrt. Gerade bei der Trinkwassergewinnung kommt es hier oft zu Interessenkonflikten mit dem Naturschutz. Voraussetzung für ein ökologisch nachhaltiges Feuchtgebietsmanagement ist die Kenntnis der speziellen hydrogeologischen Verhältnisse und Funktionsweise des jeweiligen Gebietes. Die Fauna

kann hierbei wichtige Informationen zum Gesamtsystem besteuern – und dies in hoher räumlicher Auflösung.

Weiterhin bedarf es einer Überwachung, um ggf. auftretende, hydrologische Veränderungen möglichst rasch zu erfassen. Ein solches Monitoring setzt immer noch auf Oberflächenarten und –zeigerflächen. Diese reagieren jedoch sehr langsam auf hydrologische Veränderungen und unterliegen darüber hinaus noch starken natürlichen Schwankungen. Hier besteht die große Gefahr, dass für die ökologische Funktionsfähigkeit kritische Veränderungen erst bemerkt werden, wenn bereits nachhaltige Schädigungen eingetreten sind. Grundwasserorganismen reagieren darauf hingegen sehr empfindlich und innerhalb weniger Wochen. Sie sind damit ideale Frühwarnsysteme für hydrologische Veränderungen.

Grundwasserüberwachung

Die Überwachung der Grundwasserkörper hinsichtlich qualitativer und quantitativer Veränderungen ist eine der zentralen Anforderungen von EG-Grundwasserrichtlinie und deutscher Grundwasserverordnung. Was die chemische Überwachung anbelangt, so kann man nur das feststellen, wonach man sucht. Das Spektrum der mit einem praktikablen Aufwand zu erfassenden Substanzen hält sich dadurch sehr in Grenzen. Bioindikation bedeutet dagegen die Qualität des gesamten Lebensraums zu überwachen: Lebewesen integrieren über die Gesamtheit der wirksamen Umweltfaktoren, und dies über einen größeren Zeitraum. Irgendwelche Veränderungen in ihrer Umwelt, wenn ökologisch relevant, spiegeln sich deshalb in Veränderungen der Lebensgemeinschaften oder im Verhalten einzelner Individuen wider. Der Daphnien- oder der Goldorfontest für Oberflächengewässer funktionieren genau nach diesem Prinzip. Treten Veränderungen der Lebensgemeinschaften oder im Verhalten einzelner Individuen auf, wird gezielt nach den Ursachen, das heißt nach den Stressoren, gesucht. Langjährige Untersuchungen an ausgewählten Grundwassermessstellen ergaben, dass Veränderungen der Fauna fast immer im Zusammenhang mit Veränderungen irgendeines, je-

doch von Messstelle zu Messstelle unterschiedlichen Parameters stehen. Die Grundwasserfauna könnte sich deshalb zu einem wichtigen, kostengünstigen

und vor allem aussagekräftigen Werkzeug für die Grundwasserüberwachung entwickeln.

Literatur

- BORK, J., BERKHOFF, S. & HAHN, H. J. (2009): Bioindikation im Grundwasser: Metazoen. – Handbuch Angewandte Limnologie, 26 Erg.Lfg., VIII-7.5.2 (Bewertungen), 1–20, Wiley-VCH, Weinheim.
- HAHN, H. J. (2012): Metazoen/Vielzellige Tiere. In Grundwasserbiologie – Grundlagen und Anwendungen T5/2012, DWA-Themen.
- HAHN, H. J. (2006): A first approach to a quantitative ecological assessment of groundwater habitats: The GW-Fauna-Index – Limnologica 36, 2, 119–137.
- MATZKE, D. (2006): Untersuchungen zum Verhalten von Grundwasserfauna in Altlastflächen mit vorangegangenen Vergleich unterschiedlicher Sammeltechniken – Dissertation, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau, <http://kola.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2006/27/>
- STEIN, H., KELLERMANN, C., SCHMIDT, S. I., BRIELMANN, H., STEUBE, C., BERKHOFF, S. E., FUCHS, A., HAHN, H. J., THULIN, B. & GRIEBLER, C. (2010): The potential use of fauna and bacteria as ecological indicators for the assessment of groundwater quality. – J. Environ. Monit., 12, 242–254.

Sanierungsfall „ehemaliges Bitumenwerk Riehm“ in Edermünde

Besondere Aspekte der Bearbeitung eines Altlastenfalles

MICHAEL WOISNITZA, HELMUT DÜNKEL & DIETER SCHADE

1 Einleitung

Das Betriebsgelände des „ehem. Bitumenwerks Dr. Paul Riehm“, ca. 7500 m², Flur 2, Flurstück 70/9, befindet sich am südlichen Ortsrand des Ortsteiles von Edermünde-Grifte.

Die Eder fließt etwa 300 m nordöstlich am Grundstück vorbei, bildet dort eine Staustufe und entwässert nach weiteren 800 m in die Fulda. Nördlich schließt sich das Trinkwasserschutzgebiet Baunatal (Zone IIIA) in einer Entfernung von etwa 1,5 km an. Unterhalb des Betriebsgeländes befinden sich zwei Grundwasserleiter. Der Porengrundwasserleiter

in einer Tiefe von ca. 6,7 m u. GOK und in einem Abstand von stellenweise nur 1 Meter der darunter liegende Kluftgrundwasserleiter. Eine hydraulische Verbindung ist stellenweise vorhanden.

Besondere Anforderungen an die aktiven Sanierungsmaßnahmen ergeben sich durch die sensible Lage des Standortes in der Nähe des Bahnhofes, eines biologisch arbeitenden Bauernhofes und der Nähe der Wohnbebauung mit Einfamilienhäusern bzw. Nachbarschaft von Gewerbebetrieben.

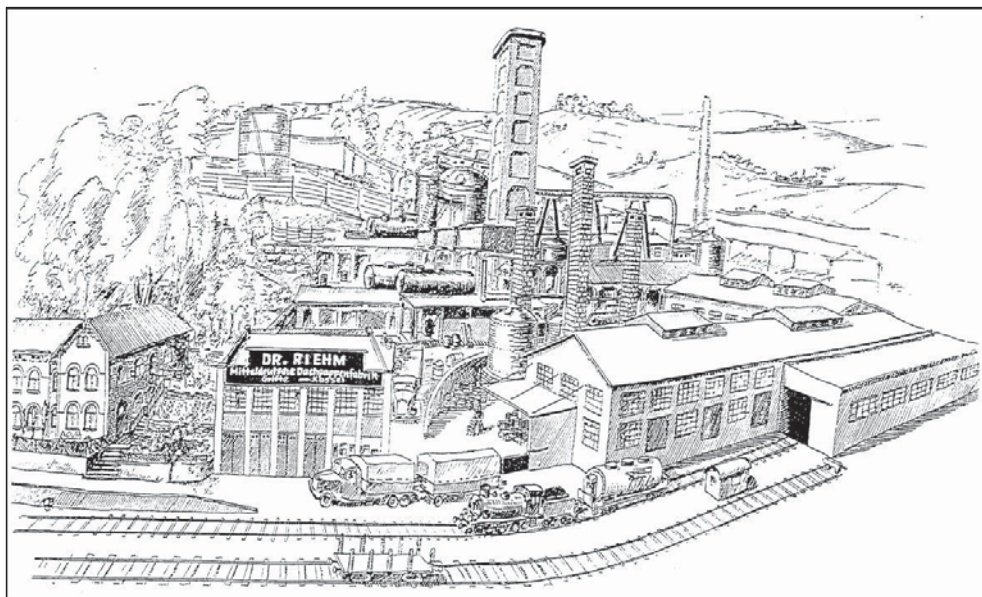


Abb. 1: Kupferstich ehem. Bitumenwerk Dr. Riehm in Edermünde-Grifte um 1930.

2 Nutzung und Historie

Auf dem Gelände der ehemaligen Dachpappenfabrik Dr. Riehm in Edermünde wurden seit 1894 Dachpappen und bis 1965 Straßenteer hergestellt. Danach wurde der Betrieb auf die Herstellung von Unterbodenschutz (bis 1993) sowie den Umschlag von Bitumen umgestellt. Von 1995 bis vermutlich 1997 wurde das Gelände nur noch als Umschlagplatz für Bitumen genutzt. Das Gelände gehört der Fa. Dr. Paul Riehm Bitumenwerk GmbH.

Während der o.g. Produktion wurde Rohteer in mehreren Teerbecken gelagert. Ferner wurden Mineralölprodukte für den Herstellungsprozess in Destillationsanlagen im Bereich der Terrassenflächen aufbereitet.

Während der Produktion wurde der Rohteer in mehreren Teerbecken mit Heißdampf erhitzt und über Rohrleitungen zur Weiterverarbeitung in die Produktionsgebäude transportiert. Durch die intensive Nutzung und unsachgemäße Lagerung des Teeröls, kam es im Laufe der Firmengeschichte mehrfach zu verheerenden Brandereignissen und Havarien.

Durch die Lagerung und den Umschlag großer Roh-teermengen in den Vorratsbunkern sowie durch mehrere Brandunfälle kam es zu massiven Verunrei-



Abb. 2: Brandereignis von 1935.

nigungen im Boden und im Grundwasser mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW), einkernigen aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX-Aromate) und Phenolen.

Nach Stilllegung der Betriebsanlagen (1993) standen die Gebäude leer, das Gelände lag brach. In den Gruben war eine Restmenge von mindestens 100 m³ Rohteer nach dem Konkurs des Betriebes verblieben.

3 Schadenscharakteristik

Die Sanierungsuntersuchungen ergaben, dass ein Boden-Gesamtvolumen von etwa 28000 m³ im Bereich des Schadensherdes auf dem ehem. Werks-gelände (Heidholzweg 12) stark belastet ist. Da ein Teil des Materials weit oberhalb des Grundwasserspiegels liegt, musste nur ein Volumen von etwa 24000 m³, das in Kontakt zum Porengrundwasserleiter stand, zwingend per Bodenaustausch saniert werden.

Das Grundwasser war neben erheblichen Schadstoffgehalten von bis zu 150 mg/l PAK und 22 mg/l Phenolen auch mit hohen Eisenkonzentrationen von bis zu 20 mg/l beaufschlagt. Daher musste die Sanierungstechnologie exakt auf diesen Schadensfall zugeschnitten werden.

Durch ergänzende Sondierungen außerhalb des Werks-geländes wurden der ehem. Abzugsgraben, der in der Betriebsphase das Werks-gelände in die Eder entwässert hat, und der Einmündungsbereich des Abzugsgrabens in die Eder bzw. das westliche Ederufer und das Ederbett auf Teerölbelastungen erkundet. Sanierungsrelevante Bodenverunreinigungen wurden lokalisiert.

Im Bereich des ehem. Abzugsgrabens ist noch von einer zu sanierenden Bodenmenge von etwa 14000 t auszugehen. Im Bereich des Ederufers bzw. auf der Eder-sole ist mit einer Menge von etwa 1000 t Teer-öl verunreinigtem Bodenmaterial zu rechnen.

Die weiterführenden Untersuchungen im Kluft-

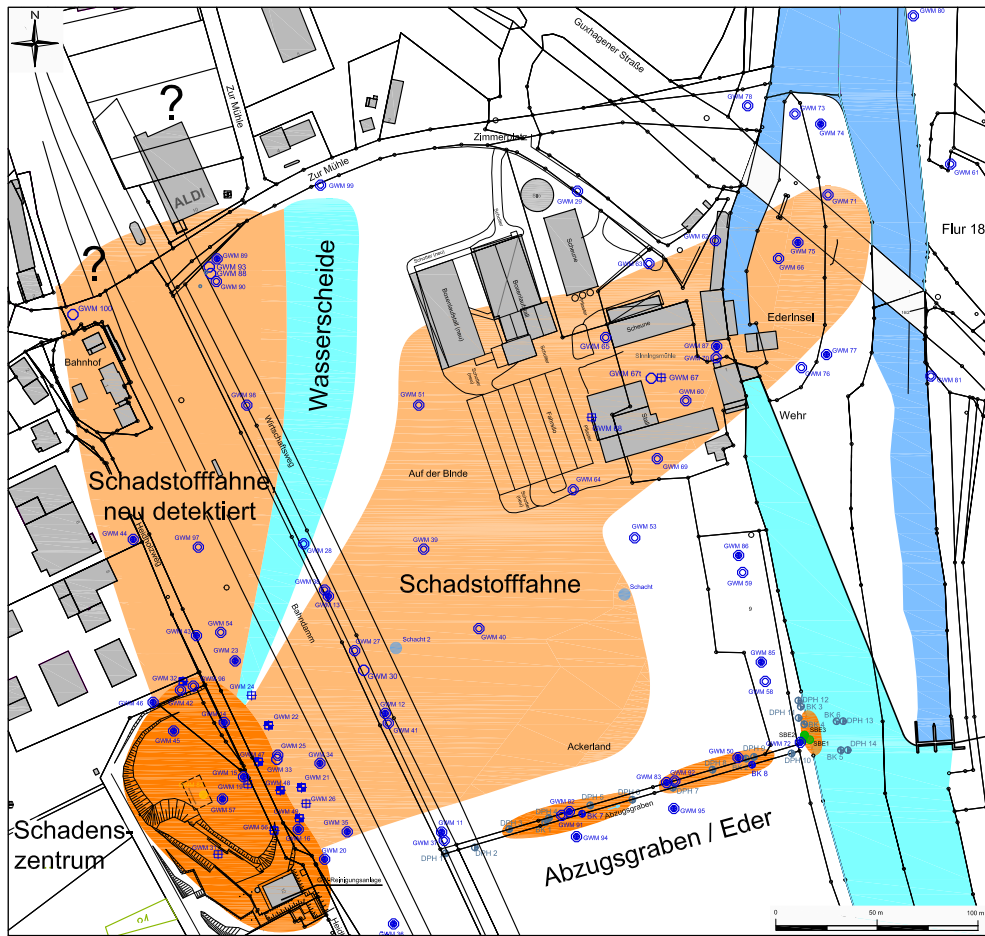


Abb. 3: Lageplan Betriebsgelände/Standortumfeld mit Belastungsbereichen.

grundwasserleiter (Mittlerer Buntsandstein, hier: Solling- und Hardeggen-Folge) belegten, dass sich die Schadstofffahne vom Betriebsgelände bis mindestens unter die Eder (beim Landwirtschaftsbetrieb) abgesetzt hat (L = etwa 400 m). Das Grundwasser steht im Kontakt mit dem Vorfluter.

Die Schadstoffzusammensetzung im Grundwasser des Standortes „ehem. Bitumenwerk Riehm“ weist eine, von anderen PAK-Schadensfällen (kurze Schadstoffbahnen/gering mobile Schadstoffe) abweichende Charakteristik auf.

Vertikal konnten die Grundwasserverunreinigungen zunächst bis in eine Tiefe von etwa 25 m eingegrenzt werden. Die Konzentrationen an Schadstoffen liegen insbesondere im Schadenszentrum der Fahne (Hof-

gelände des Landwirtschaftsbetriebes) weit oberhalb (> Faktor 1000) der Geringfügigkeitsschwellenwerte der GWS-VwV (formulierte Sanierungszielwerte des RP Kassel).

Durch die Fraktionierung der Teerölprodukte mit Destillationsanlagen im Bereich der Geländeterrassen, den Eintrag der Stoffe infolge der Havarien und dem Löschwasser aus den Brandunfällen, haben sich mobile Phasen gebildet, die mit dem Grundwasser auch über größere Entfernungen vom Standort (> 400 m) ausgetragen wurden. Die bekannte Schadstofffahne ist etwa 400 m lang und reicht ausgehend vom Eintragsort im ehem. Werksgelände bis unter die Eder.

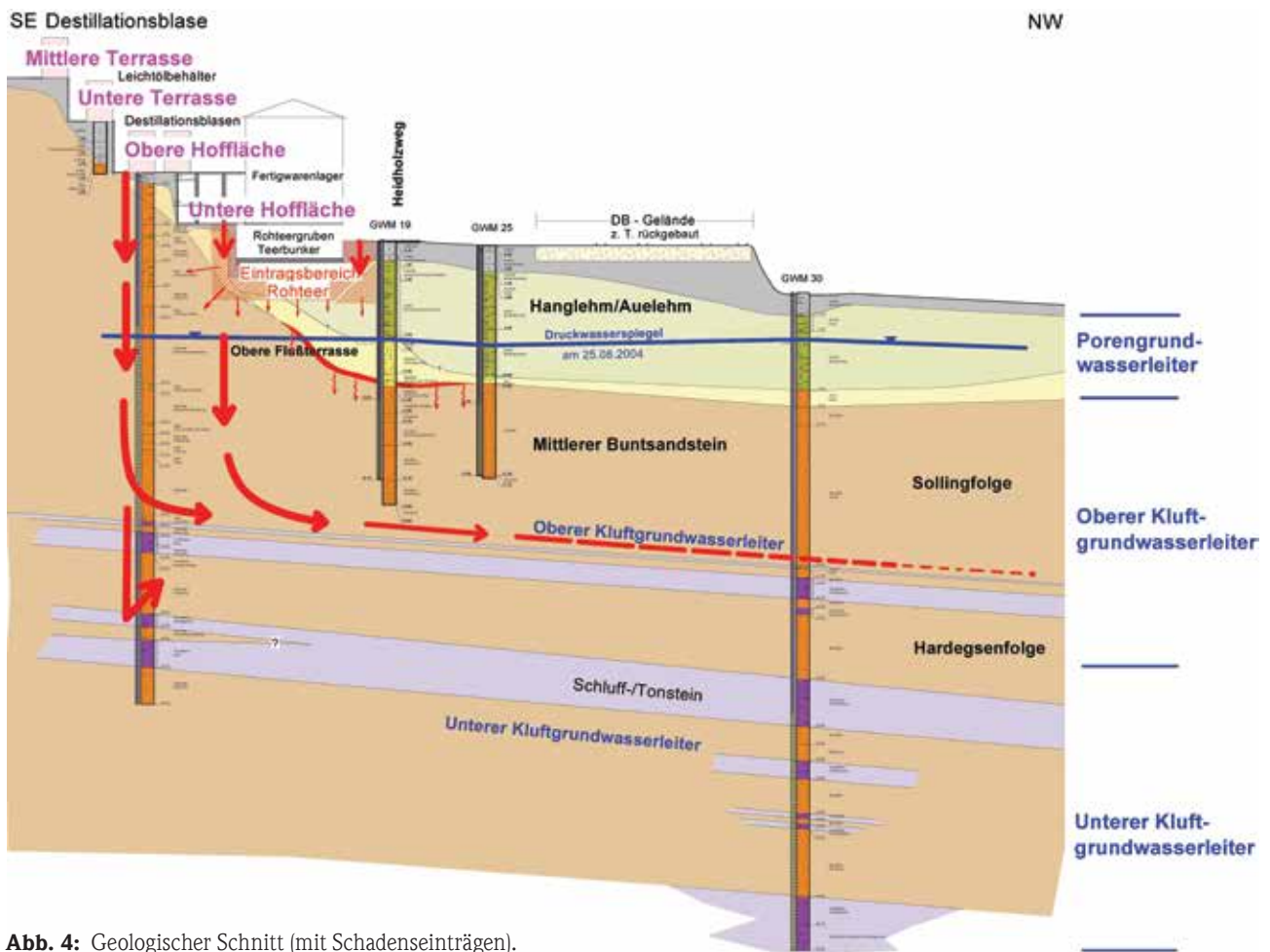


Abb. 4: Geologischer Schnitt (mit Schadenseinträgen).

4 Boden- und Grundwassersanierung

Seit dem Jahr 1983 bis Anfang 2006 sorgte der Betrieb eines Abfangbrunnens im Porengrundwasserleiter dafür, dass sich der Schaden vom Betriebsgelände (Teerbecken) oberflächlich nicht weiter ausbreitete. Mit dieser vergleichsweise einfachen Maßnahme, veranlasst durch den Sanierungspflichten, wurde zwischen 1983 und 2006 bereits eine Schadstoffmenge von >1400 kg zurück gewonnen. Diese Maßnahme stellte jedoch als „Sicherungsmaßnahme“ für den vorliegenden Fall keine nachhaltige Lösung dar.

Ergebnis der Variantenstudie zur Sanierung war, dass unter Kosten/Nutzen-Gesichtspunkten der Variante „Sanierung des Kernbereiches durch Bodentausch, eine Sicherung der Terrassenflächen mit-

tels Oberflächenversiegelung, kombiniert mit einer Grundwassersanierung“ der Vorzug gegeben wurde. Das **Sanierungskonzept** (2003/2004) beinhaltet im Wesentlichen folgende Sanierungsabschnitte:

- Abbruch aller Betriebsgebäude/Nachbargebäude für den Zugang zu den Belastungsbereichen
- Installation einer Grundwassersanierung für den quartären Porengrundwasserleiter und den oberen Kluftgrundwasserleiter
- Sicherung der vorhandenen Stützmauern durch Rückverankerung/Spritzbetonlage
- Versiegelung der Terrassenflächen (1600 m²)
- Ausbau und Räumung der Teerölbunker und -tanks
- Aushub der kontaminierten Böden bis zum klüftigen Fels

- Differenzierte Entsorgung der anfallenden Massen nach über 15 Belastungsklassen
- Rückverfüllung der Aushubbereiche mit unbelastetem Material
- Wiederherstellung der Grundstücksfläche und der Straße/Zufahrt

Sanierungsmassnahmen

Die ehemaligen inzwischen z.T. einsturzgefährdeten Betriebsgebäude, die terrassenförmig an den östlich abfallenden Hang gebaut waren, wurden im Zuge der ersten Sanierungsmaßnahmen in 2005 rückgebaut.

Im Zuge des vollständigen Abbruchs der Gebäude mit etwa 30000 m³ umbauten Raum, wurden etwa 4100 t Bauschutt, Hölzer und gemischte Siedlungsabfälle sanierungsvorbereitend rückgebaut und fachgerecht entsorgt. Aufgrund der Nähe zum Aushubbereich musste das benachbarte Gebäude mit entfernt und der dortige Einzelhandelsbetrieb (Fachhandel für Wasserbetten) umgesiedelt werden.

Die neue Grundwassersanierung wurde ab Herbst 2005 zeitgleich mit den Abrissarbeiten an den Be-

triebsgebäuden umgesetzt. Zwischen Oktober 2006 und Mai 2007 wurden die wesentlichen Sanierungsarbeiten in Form eines Bodenaustausches im Herdbeereich/Werksgelände durchgeführt. Insgesamt wurden etwa 43500 t kontaminierter Böden entsorgt.

Auf Grund der Tiefenlage der Belastungen bis 11 m u. GOK, wurde bis etwa 6 m Tiefe konventioneller Aushub auf einer Fläche von rd. 5400 m² durchgeführt. Vom Niveau etwa 6 m u. GOK bis zur Endtiefe wurde der weitere Aushub an der Baugrubensohle (Fläche rd. 550 m²) mit überschnittenen DN 1500 Großlochbohrungen (rd. 1800 Bohrmeter) bis zur Endtiefe durchgeführt

Aus den sieben vorhandenen Teerbunkern und -gruben wurden etwa 360 t Teerphase geborgen, konditioniert und entsorgt.

Die höher gelegenen, terrassierten Teilflächen des ehem. Werksgeländes (ca. 20 % der Gesamtfläche/rd. 1600 m²) wurden durch eine Oberflächenversiegelung mit Asphalt vor dem Zutritt von Niederschlagswasser gesichert. Die Stützmauern des Werksgeländes wurden durch Rückverankerung und eine Spritzbetonbeschichtung (bereichsweise mit zusätzlichem Auftrag einer Bautenschutzbeschichtung) gesichert.



Abb. 5: Bodensanierung mit Austauschbohrungen (D = 2 m).

Das Grundwasser wird über eine zentrale Grundwasseraufbereitungsanlage, die sich auf dem ehem. Werksgelände befindet, abgereinigt und über eine Rohrleitung im Bereich eines Stichgrabens in die Eder abgeleitet. Die Sanierung des oberflächennahen Porengrundwasserleiters erfolgt als Herdsanierung über sieben Sanierungsbrunnen. Im oberen Kluftgrundwasserleiter bis in etwa 25 m Tiefe wird die hydraulische Sanierung mit vier Sanierungsbrunnen betrieben.

Im Belastungsschwerpunkt der Schadstofffahne (im Umfeld des Bauernhofes) wurden zwei weitere Sanierungsbrunnen als Abstromsicherung vor der Eder an die bestehende Grundwasserreinigungsanlage angeschlossen.

Eine hoch belastete Grundwassermesstelle im nord-westlichen Grundwasserseitenstrom des ehemaligen Werksgeländes wurde Ende 2014 ebenfalls in den Sanierungsbetrieb integriert.



Abb. 6: Abbruch der Teergruben/Teerölkonditionierung.

Im Rahmen der Grundwassersanierung wurden bislang in neun Jahren Laufzeit (Stichtag: 31.3.2015) etwa 12 850 kg Schadstoffe (MKW, PAK, Phenole, BTEX) aus dem Grundwasser eliminiert.

5 Schadenserkundung Fahne

Im Untergrund des Schadensgebietes westlich der Eder stehen Festgesteine des „Mittleren Bundsandsteins“ an, die von quartären fluviatilen Lockergesteinen überdeckt sind. Die quartären Flusssedimente grenzen mit der oberen Ederterrasse direkt an die Sandsteine der Sollingfolge, die hier den ehem. Prallhang der „Prä-Eder“ darstellen. Der Schadstoffeintrag erfolgte daher direkt in den Sandstein der Sollingfolge und in das Quartär.

Die Mächtigkeit des **quartären Grundwasserleiters** am Standort Edermünde-Grifte kann mit 5 m angegeben werden. Der Grundwasserflurabstand beträgt in der Ederau 1,7–2,1 m u. GOK. Die Durchlässigkeit (kf-Wert) der wasserführenden Kiese liegt im Bereich des ehem. Werksgeländes bei etwa 4×10^{-6} m/s und im Umfeld der Eder bei etwa $5,4 \times 10^{-5}$ bis $1,4 \times 10^{-3}$ m/s.

Die Abtrennung des quartären Porengrundwasserleiters zum liegenden Oberen Kluftgrundwasserleiter ist nur mäßig durch eine geringe Verwitterungsschicht ausgebildet, die in Richtung auf die Eder ihre Wirkung verliert.

Der Belastungsbereich im Porengrundwasserleiter umfasst daher etwa 5000 m² und beschränkt sich auf den Bereich am Werksgelände, im Kluftgrundwasserleiter ist eine Fläche von etwa 60000 m² von Schadstoffbelastungen betroffen.

Der „Buntsandstein“ ist für die Wassererschließung in Nordhessen der mit Abstand bedeutendste Grundwasserleiter. Hydrogeologisch zu beachten sind neben NE–SW verlaufenden Störungen und Grabenzonen insbesondere Störungszonen in NNE–SSW-Richtung. Diese Störungen und die begleitenden Klüfte stellen besonders wasserwegsamen Bereiche dar. Nördlich angrenzend an den Ortsteil Edermünde-Grifte befindet sich das Wasserschutzgebiet Baunatal (Zone III) als Einzugsgebiet der Wassergewinnung.

Im Liegenden der aus vorwiegenden z.T. massigen Sandsteinbänken bestehenden Sollingfolge des sm steht im tieferen Untergrund des Standortbereiches in 24–30 m u. GOK eine bisweilen fein geschichtete Wechselfolge aus Ton-, Schluff- und Sandsteinen an, die sog. „Hardeggen-Formation“. Diese ca. 30–40 m

mächtige Wechselfolge bildet den unteren Kluftgrundwasserleiter.

Die Basis der Sollingfolge bilden im Untersuchungsbereich stark aufgewitterte Tonsteinlagen. Diese bilden den Stauer des oberen Kluftgrundwasserleiters. Nach den neueren Bohrergebnissen ist die horizontale Verbreitung der Tonlagen nicht durchgehend. Im Übergang zur Hardegensfolge ist ausgehend vom Eintragsbereich des Standortes in Richtung auf die GWM 88 ein sandiger Sedimentationszyklus zwischengeschaltet. Die als „Übergangszwischenschicht“ bezeichneten Sandsteinlagen werden durch z.T. bindig aufgewitterte Tonlagen eingefasst.

Die Mächtigkeit der Übergangszwischenschicht reduziert sich in nördliche Richtung von 5,5 m auf 0,2 m im Bereich von GWM 88.

Die Durchlässigkeit (kf-Wert) des oberen Kluftgrundwasserleiters liegt im Bereich der Fahne bei etwa 5×10^{-4} m/s.

In den Jahren 2007 bis 2012 wurde daher die Schadstofffahne im Kluftgrundwasserleiter in ihrer vertikalen und horizontalen Ausdehnung durch Installation weiterer Grundwassermessstellen westlich bzw. östlich der Eder und durch Immissionspumpversuche (IPV) an mehreren Beurteilungsebenen systematisch erkundet.

Die besonderen lokalen hydraulischen Verhältnisse, wie die Staustufe der Eder, die strukturgeologische Ausbildung des Kluftgrundwasserleiters und die Emissionssituation des belasteten Grundwassers im Hinblick auf die Eder, wurden berücksichtigt.

Auf Grund der Bohrkernaufnahmen im Bereich der Schadstofffahne wird angenommen, dass das Untersuchungsgebiet neben deutlichen sedimentologischen Unterschieden in der horizontalen und vertikalen Ausbildung der Sand und Tonlagen, besonders im Übergangsbereich zwischen Solling- und Hardegensfolge auch von einigen Verwerfungen

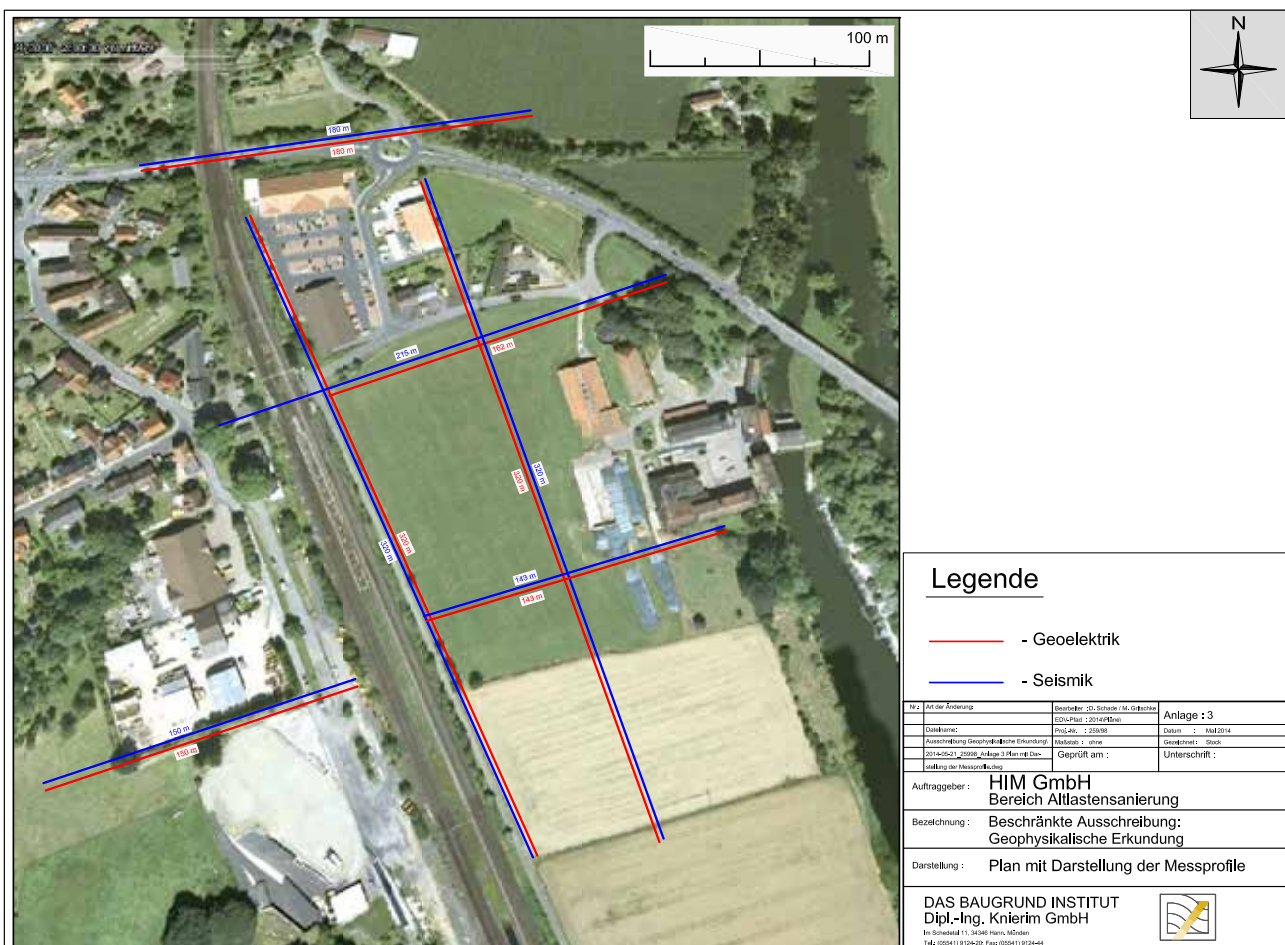


Abb. 7: Geophysikalische Erkundung der Strukturgeologie (Seismik/Geoelektrik).

(Störungen) durchzogen wird, die Wegsamkeiten, aber auch Hindernisse zwischen ansonsten hydraulisch getrennten Gesteinspartien darstellen und die Schadstoffausbreitung beeinflussen. Die bekannte Stockwerksgliederung wird im Bereich der schadstoffführenden Gesteinspartien im Buntsandstein im Detail untersucht und verfolgt, um gezielt eine Gefährdungsabschätzung ausführen zu können und gezielt Sanierungsmassnahmen im Bereich hoher Kontamination ergreifen zu können.

Das Untersuchungsgebiet wird mit Hilfe geoelektrischer und seismischer Messungen an sechs Profilen auf eine Gesamtlänge von rund 2000 m bis in eine Tiefe von 70 m erkundet.

Die „klassische“ Fahnenerkundung im Grundwasser wird auch im Hinblick auf die Klärung notwendiger künftiger Sanierungsmaßnahmen durch „zeitgemäße“ Aspekte (Untersuchung auf NA-Prozesse) ergänzt, um die zeitliche Entwicklung und die weitere Ausbreitung der Schadstofffrachten in der Fahne berücksichtigen zu können.

Neben Kernbohrungen mit Ausbau zu Grundwassermessstellen werden mit Hilfe geophysikalischer Untersuchungen in der Fläche und direkten Messungen im Bohrloch neue Informationen über den strukturgeologischen Aufbau des Untergrundes gewonnen. Mit dem Bohrlochscanner und anderen geophysikalischen Messmethoden werden, ergänzend zur

Bohrkernaufnahme, die Klüftung, Klufttrichtung, Porosität, Schichtung und Schichtaufbau des Buntsandsteins direkt im Bohrloch untersucht.

Im Bereich der Grundwassermessstelle GWM 88, ca. 400 m nordnordöstlich des ehemaligen Werksgeländes und Eintragsbereich im Seitenstrom der Fahne, wurde im Zuge der Erkundungsarbeiten bei etwa 38 m u. GOK, im oberen Bereich der Hardegensenfolge ein druckhafter mit PAK, MKW und BTEX belasteter Schichtwasserleiter angetroffen. Der Schichtwasserleiter ist an eine zwischen Tonsteinen auftretende ca. 0,2 m mächtige Feinsandsteinlage gebunden. Beim Ausbau der Messstelle wurde gezielt nur der Schichtwasserleiterabschnitt gefasst.

Zur Erkundung dieser hydraulischen Besonderheit wurden im nahen Umfeld der Messstelle GWM 88 tiefenzoniert Messstellen im quartären Porenwasserleiter, dem oberen Kluftgrundwasserleiter der Sollingfolge und dem unteren Kluftgrundwasserleiter der Hardegensenfolge unter dem Schichtwasserleiter von GWM 88 ausgebaut. Die ausgeführten hydrochemischen Untersuchungen belegen die Bindung der massiven Teerölbelastung ausschließlich an den Schichtwasserleiter im obersten Bereich der Hardegensenfolge. Mit weiteren Erkundungsmaßnahmen wird dem Verlauf und der Ausdehnung dieser schichtbezogenen Teerölbelastungen nachgegangen.

6 Ergebnisse und Bewertung

Während des etwa 75 Jahre andauernden Betriebes des Bitumenwerks wurde aus dem Rohteer von Gaswerken eine Vielzahl von Teerölprodukten durch fraktionierte Destillation gewonnen. Aus dem Teeröl wurden Leicht-, Mittel- und Schweröle destilliert. Der ca. 40 %ige noch mit Kohlenwasserstoffen belastete Wasseranteil des Rohteers wurde abgeschlagen und in die Eder eingeleitet bzw. versickerte über mardere Stellen im abführenden Kanalnetz.

Durch bekannte Havarien an den Destillationsblasen und Löschwässer bei mehreren Großbränden gelangten weitere große Mengen mobiler Phasen/Phasengemische direkt in den Felskörper.

Die in den Standortuntergrund eingetragene Palette von destillierten Kohlenwasserstoffen erreicht direkt oder indirekt die unterliegenden Grundwasserstockwerke des Quartärs und des Mittleren Buntsand-

steins. Ausgelöst durch die geringe Stauerwirkung der Quartärbasis hat sich vom Standort eine ca. 400 m lange und 100 m breite Schadstofffahne bis zur östlich gelegenen Eder ausgebildet.

Nach neuen Erkenntnissen führt eine in Richtung SSW/NNO durch den Standort verlaufende Wasserscheide zu einer nördlichen bis nordwestlichen Ausbildung einer weiteren Schadstofffahne. Die Wasserscheide ist an die Basis der Sollingfolge gebunden. Im Verlauf dieser Fahnenausdehnung wird durch sedimentologische Einflüsse auch ein druckhafter Schichtwasserleiter mit Schadstoffen gespeist. Dieser Schichtwasserleiter ist in GWM 88 erschlossen worden. In einem Langzeitpumpversuch über mehrere Monate wurden am Ende des PV noch Schadstoffkonzentrationen von 100000 µg/l PAK und hohe Konzentrationen an BTEX und sogar MKW ermittelt.

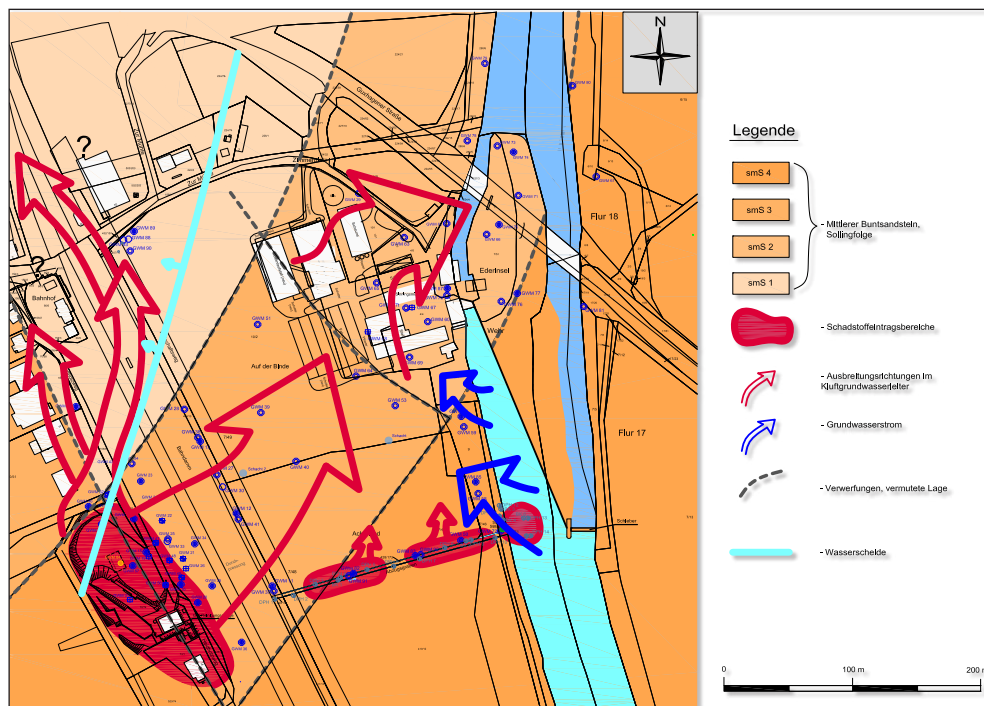


Abb. 8: Lageplan mit Darstellung der Schadstofffahne und GW-Fließrichtung.



Abb. 9: Erkundung der Edersedimente im Flussbett.

Bei der erzielten Druckentlastung des Schichtwasserleiters traten MKW- und PAK-Phasen auf.

Durch die Erkundung konnte gezeigt werden, dass die Ausbreitung der Schadstoffe am Standort „Bitumenwerk Riehm, Edermünde-Grifte“ nicht nur rein gravitativ und in Richtung des direkten Grundwasserabstromes auf den Vorfluter Eder hin erfolgte. Die Ausbreitung der Destillationsprodukte fand hier in gelöster Form als „Mischphasen“, mit dem neu gebildeten Grundwasser und innerhalb gegebener sedimentärer Strukturen im Festgestein, abweichend von der kleinräumigen Grundwasserfließrichtung statt.

Die Ausdehnung der nordwestlichen Schadstofffahne, die hydrochemischen Besonderheiten der Destillationsprodukte und die Mechanismen dieser Wasserscheide sind aktuell Gegenstand von weiteren Untersuchungen.

Im Bereich der nordöstlichen bereits abgegrenzten Schadstofffahne bestehen durch die geringe Stauer-

ausbildung zwischen den beiden Grundwasserleitern im Verlauf der Fließstrecke Kurzschlüsse zwischen den Grundwasserstockwerken. In Folge dessen werden die Schadstoffe auch aus dem tieferliegenden Kluftgrundwasserleiter bis in die Eder geführt. Eine anthropogene Einflussnahme auf die Grundwasserfließrichtung erfolgt im Bereich der aufgestauten Eder zwischen Wehr und Staustufe der Stromgewinnungsanlage bzw. Mühlenwehrs. Durch den Ederaufstau wird das auf die Eder zuströmende Grundwasser umgelenkt, umfließt den Aufstaubereich, um hinter der Staustufe der Eder wieder zu zuströmen. Ausgelöst durch diese Fließrichtungsänderung kommt es zu einem Aufstau und einer Ablenkung der auf diesen Bereich vom westlich gelegenen Standort zuströmenden Schadstofffahne. Mit den Sanierungsbrunnen GWM 67 und GWM 68 wird das hier sich über die Jahrzehnte angereicherte Schadstoffpotential entfernt.

7 Zusammenfassung

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse aus der bisherigen Bearbeitung des Schadensfalles dargestellt:

- ⇒ Grundwassersicherung durch Sanierungspflichtigen (Rückgewinnung rd. 1,4t Schadstoffe,
- ⇒ Rückbau der Betriebsgebäude (ca. 30000 m³ umbauter Raum),
- ⇒ Entsorgung von ca. 4100t Abbruchmassen,
- ⇒ Aushub, Konditionierung und Entsorgung von 360t Teeröl-Resten aus Teergruben,
- ⇒ Aushub und Entsorgung von ca. 43500t belasteter Böden vom Betriebsgelände,
- ⇒ Sicherung durch Versiegelung von rund 1600 m² Betriebsflächen,
- ⇒ Sicherung der Stützwände durch Rückverankerung und Versiegelung von Wandflächen mit Spritzbeton und Sulfatexschlämmen,
- ⇒ Rückgewinnung von rund 12,85t Schadstoffe über die Grundwassersanierung,
- ⇒ Abriss der Fahne im Porengrundwasserleiter,
- ⇒ Rückgang der Belastungen im Grundwasser um etwa 30%,
- ⇒ Flächenhafte Erkundung der Grundwasserbelastungen in der Fahne,
- ⇒ Ausbreitung mobiler Phasen über große Transportentfernungen,
- ⇒ Bedeutung der hydrogeologischen, sedimentologischen und strukturgeologischen Verhältnisse für die Schadstoffausbreitung,
- ⇒ Aktive Grundwassersanierung in der Fahne unter Einbeziehung der bekannten Belastungsbereiche.



Abb. 10: Wiederhergestelltes Betriebsgelände.

8 Ausblick

Fast 43500 t Lockersedimente waren bis zum Fels in max. 11 m Tiefe mit PAK-Gehalten mit meist über 1000 mg/kg hochgradig belastet und wurden auf Deponien und in thermischen Behandlungsanlagen entsorgt. Insgesamt sieben Teergruben mit rund 360 t Teeröl-Resten mit kaugummiartiger Konsistenz wurden ausgehoben, konditioniert und in Hochtemperaturanlagen schadlos beseitigt. Weiterhin ist eine Bodensanierung des Abzugsgrabens und des Ederufers im Einlaufbereich des Stichgrabens geplant. Ziel der Sanierung ist, das Grundstück nach Abschluss der Maßnahmen wieder einer gewerblichen Nutzung zur Verfügung zu stellen. Teilflächen werden bereits seit längerem zur Lagerung von Anhängern für Segelflugzeuge bzw. als Baustelleneinrichtungsflächen für kleinere Baumaßnahmen genutzt. Die Schadstoffwerte in den tiefen Förderbrunnen im Kluftgrundwasserleiter sind, nach anfänglichem Rückgang um etwa 30–40 % gegenüber den Werten vor der Sanierung, in den letzten Jahren zwar weiter abnehmend, aber noch auf hohem Niveau verblieben. Mittlerweile wird die Grundwassersanierung seit rund neun Jahren betrieben und etwa 12850 kg Schadstoffe wurden über die Grundwasserentnah-

me aus 14 Sanierungsbrunnen zurück gewonnen. Die Fahnenentwicklung wird auf Basis regelmäßiger Monitoringrunden aktuell bewertet. Nach 10 Jahren Dauerbetrieb der neuen Grundwassersanierung, im Anschluss an die Bodensanierung, erfolgt eine Bilanz der Sanierung bzw. eine Überprüfung der vorgegebenen Grenzwerte.

Die Frage wird dann lauten: Bei welchen Bedingungen und Schadstoffkonzentrationen kann die aktive hydraulische Maßnahme voraussichtlich beendet werden, ohne dass es zu einer nachhaltigen Rekontamination des Fahnenbereiches kommt?

Um belastbare Prognosen zur weiteren Schadstoffentwicklung abgeben zu können, müssen hierfür auch die Abhängigkeiten des biologischen Abbaus von den toxisch wirkenden Schadstoffkonzentrationen sowie vom Sauerstoffgehalt und weiteren Wasserinhaltsstoffen, wie z.B. Salzen, Ammonium, Sulfat und Nitrat, quantifiziert werden.

Mit den ermittelten Daten soll ein standortbezogenes Grundwassertransportmodell erstellt werden, das als Prognoseinstrument zur Aktualisierung bzw. Festlegung neuer Sanierungsziele dienen soll.

Insitu-Mobilisierung von Arsen im Grundwasser

Prozessstudie und Entwicklung einer neuartigen Sanierungsmethode für den Standort Lampertheim-Neuschloss, Hessen

MARTIN MAIER

Die Arbeitsgruppe Hydrogeochemie und Hydrogeologie der Universität Heidelberg beschäftigt sich seit vielen Jahren mit Arsen im Grundwasser. Hierbei wurden durch Labor- und Geländeuntersuchungen die geochemischen Faktoren ermittelt, die zur Sorption bzw. Desorption von Arsen führen und damit die Transporteigenschaften beeinflussen. Am Standort Lampertheim-Neuschloss, Hessen, an dem seit fast 10 Jahren ein Arsengrundwasserschaden durch eine hydraulische Maßnahme gesichert wird, bestand aktuell die Möglichkeit, die bisher gewonnenen Erkenntnisse anzuwenden und auf diese aufzubauen. Im wissenschaftlichen Fokus standen hierbei die Interaktionen von Feststoff und Grundwasser, die Speziesverteilung des Arsens und die geochemischen Bedingungen im Aquifer sowie deren Einfluss auf die Sorption und Desorption von Arsen. Weiterhin wurde zur Prognose der Prozesse die zeitliche Komponente durch Wechsel der Milieubedingungen im Laborversuch nachgestellt, mit dem Ziel, die von der Grundwasserbelastung ausgehenden Gefährdungen abzuschätzen und ggf. Alternativen zur derzeitigen Grundwassersanierung zu entwickeln.

Auf dem ehemaligen Betriebsgelände der chemischen Fabrik gelangten im vorigen Jahrhundert bei der Herstellung von Soda und Säuren Schadstoffe in den Untergrund. Rückstände aus der Produktion wurden über einen Betriebszeitraum von fast 100 Jahren flächig auf dem ehemaligen Firmengelände aufgebracht sowie in dessen Umfeld in Geländesenken ein- oder als Halden aufgebaut. Diese Altablagerungen stammen überwiegend aus der Röstung von Schwefelkies und enthalten neben Arsen und Schwermetallen auch Dioxine.

Arsenhaltige flüssige Abfälle aus der Säureproduktion gelangten über Sickergruben an der westlichen Liegenschaftsgrenze ungeklärt in das Grundwasser, das am Standort bei ca. 6 m unter Gelände ansteht. Ausgehend von dieser Schadstoffeintragsstelle

breitete sich eine Grundwasserbelastung mit der Grundwasserfließrichtung nach West-Nordwest aus. Die Geometrie der Abstromfahne konnte durch die Errichtung eines Grundwassermessstellennetzes eingegrenzt werden. Hierdurch ließ sich eine Längserstreckung vom Betriebsgelände (rote Fläche, Abb. 1) bis zu der Messstelle GW 16 von ca. 600 m und eine laterale Ausdehnungen von ca. 150 m ermitteln. In der Abstromfahne wurde Arsen teilweise in Konzentrationen deutlich oberhalb der in Hessen gültigen Prüfwerte festgestellt.

Am untersuchten Standort stehen überwiegend fein- bis mittelsandige Sedimente an. Gelegentlich sind diesen Ablagerungen schluffige oder kiesige Lagen zwischengeschaltet. Gemäß bodenmechanischen Untersuchungen sind die Sedimente gleichförmig und mit hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerten von $7 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^3$ m/s durchlässig bis stark durchlässig, wie dies charakteristisch für die fluvialen pleistozänen Lockersedimente am Standort ist. Der Grundwasserstauer liegt in den Bohrungen bei ca. 30 m unter Geländeoberkante.

Modellrechnungen mit der Software MODFLOW haben ergeben, dass aufgrund einer moderaten Abstandsgeschwindigkeit sowie der Schadstofftransporteigenschaften eine unmittelbare Gefährdung der Trinkwassergewinnung im nahegelegenen Wasserwerk Bürstadt nicht gegeben ist. Unter der Annahme eines ungünstigen Schadstofftransportes kann eine Beeinträchtigung der Trinkwasserentnahme dennoch im Zeitrahmen von mehreren Jahrzehnten nicht ausgeschlossen werden.

Für ein Prozessverständnis im komplexen geochemischen System wurde eine Vielzahl von Untersuchungen am Feststoff und im Grundwasser durchgeführt. Die analytischen Messungen wurden im Labor der Universität Heidelberg durchgeführt.

Für ein Monitoring des Grundwassers steht ein Netz an Dreifachfiltermessstellen zur Verfügung, die mit-

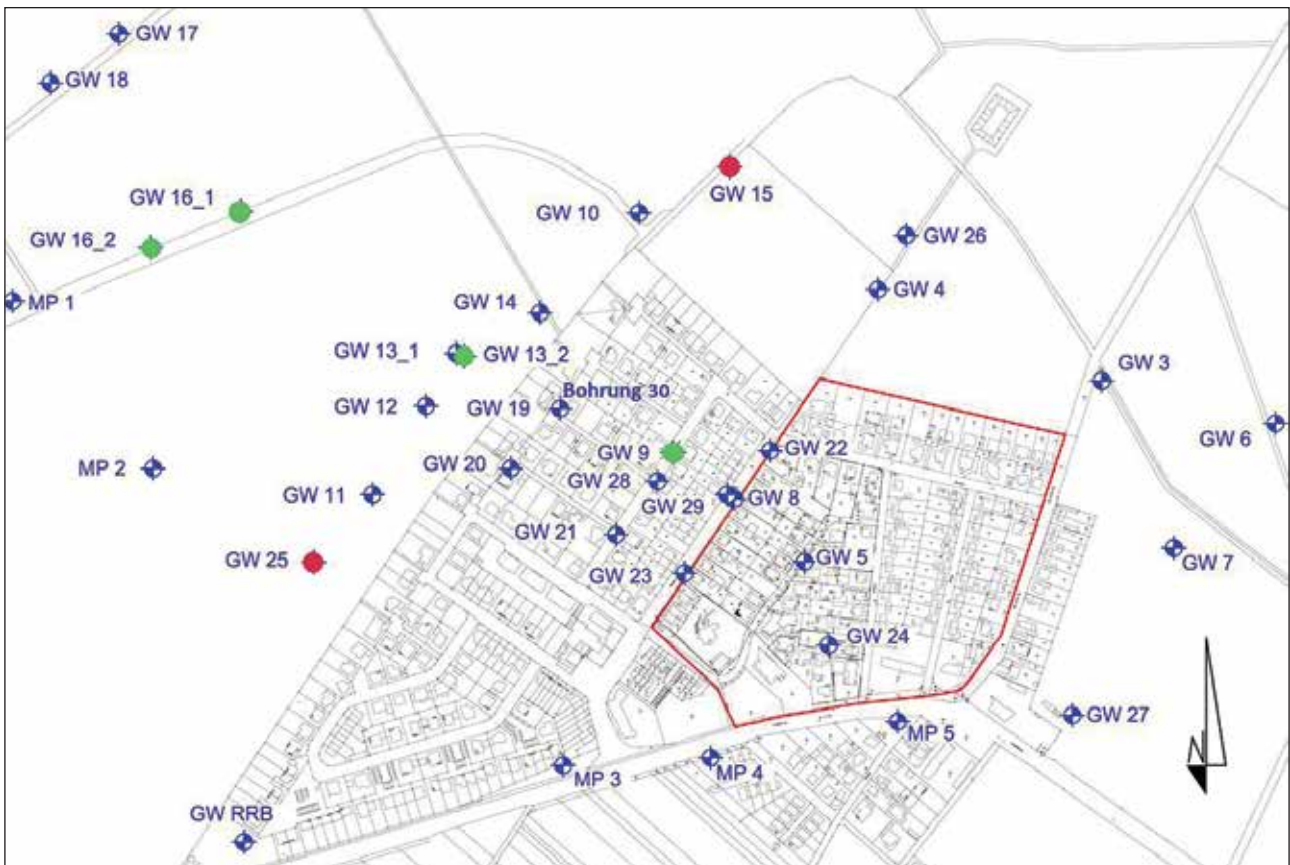


Abb. 1: Standorte der 2010 errichteten Messstellen 27, 28 und 29, der Linerbohrung 30 und der bestehenden Grundwassermessstellen (geteilte Signatur) sowie der Förder- und Infiltrationsbrunnen (ausgefüllte Signatur), verändert nach CDM 2010.

tels Packer zoniert beprobt werden können. Auf Basis der Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen kann das Wasser als erdalkalisch mit höherem Alkaligehalt, überwiegend hydrogen-karbonatisch klassifiziert werden. Die geochemischen Verhältnisse zeigen eine vertikale Zonierung von suboxisch bis anoxisch an. Diese geschichtete Ausbildung ist auch von anderen Standorten im Oberrheingraben bekannt und resultiert aus der Pyritverwitterung. Entsprechend dieser Zonierung ist eine Dominanz der reduzierten As(III)-Spezies in vertikaler und longitudinaler Richtung festzustellen. In den Messstellen nahe der Schadensquelle dominiert im oberen Entnahmebereich As(V) deutlich gegenüber As(III). Mit zunehmender Tiefe nimmt As(III) zu und liegt in der untersten Tiefenzone mit einem bis zu 50 %-Anteil vor. An der Fahnen Spitze dominiert As(III) in allen Tiefenzonen.

Zur Untersuchung der Interaktionen zwischen Feststoff und Grundwasser wurden Linerbohrungen als Transekte durch das Untersuchungsgebiet sowie ras-

terförmige Direct-Push-Sondierungen im Schadenszentrum niedergebracht und jeweils in denselben Tiefen Feststoff- und Wasserproben entnommen. Es kann beobachtet werden, dass ab einer Tiefe von ca. 20 m in den tieferen Aquiferbereichen im Schadenszentrum keine nennenswerten Interaktionen mit der Festphase stattfinden und die dort gelösten Arsenspezies als As(III) über eine vergleichsweise hohe Mobilität verfügen. Auch die Feststoffuntersuchungen mit verschiedenen Extraktions- und Elutionsverfahren deuten darauf hin, dass die desorbierbaren Anteile des Arsens vom Schadenszentrum zum Abstrom prozentual ansteigen.

Von den Gesamtarsengehalten, die üblicherweise mit dem Königwasseraufschluss erfasst werden, sind nur bestimmte Anteile eluierbar. Arsen tendiert dazu, Oberflächenkomplexe mit Mineralen einzugehen. Diese Komplexe sind weniger stabil als der Einbau in die Mineralgitter. Beim Transport von Arsen lösen sich jeweils geringe Mengen an As(V) von den Oberflächen und werden wieder an andere Oberflächen

angelagert. Die üblicherweise große Retardation resultiert aus der Sedimentzusammensetzung und der Speziesverteilung. As(III) ist deutlich mobiler, da es diese Oberflächenkomplexe nur untergeordnet ein-geht.

Phosphor verhält sich im Aquifer ähnlich wie As(V). Daher besteht die Möglichkeit, Arsen kompetitiv durch Phosphat zu ersetzen, insbesondere wenn dieses im Überschuss zugegeben wird. Diese Eigenschaft wird genutzt, um in Eluaten den gesamten Gehalt an Arsen zu entfernen, der an den Mineraloberflächen adsorbiert ist. Dieser entspricht in der Theorie dem Anteil, der sich maximal in die fluide Phase überführen lässt. Tab. 1 differenziert die Arsenfraktionen entsprechend dieser verschiedenen Extraktions- und Elutionseigenschaften. Der sequentielle Elutionsschritt mit Salzsäure entspricht der Differenz aus Phosphat-Elution und Königswasseraufschluss, wenn kein silikatisch gebundenes Arsen vorliegt. In Tab. 2 sind die Gehalte am Standort für einige Bohrungen exemplarisch aufgeführt. Über eine rechnerische Interpolation der rasterförmig gemessenen Feststoffgehalte wurde aus den Königswasseraufschlüssen eine Gesamtmenge von 14 t Arsen im Aquifer bilanziert. Je nach Lage im Untersuchungsgebiet sind hiervon 30–50 % desorbierbar.

Unter künstlich hergestellten Milieubedingungen durchgeführte Säulenversuche mit Standortproben zeigen deutliche Abhängigkeiten zwischen der Ar-

senmobilität und den geochemischen Bedingungen. Dabei besteht auch eine Reversibilität der Prozesse, d.h. im oxischen Milieu sorbiertes Arsen lässt sich im Wechsel zum anoxischen schnell wieder mobilisieren und umgekehrt. Damit sind für den Standort Methoden der Immobilisierung durch Überführung in die oxidierte As(V)-Spezies nur dann vielversprechend, wenn die Applikation von Sauerstoffträgern dauerhaft durchgeführt wird. Für eine künstliche Fixierung im stark anoxischen Milieu als Arsensulfide bestehen bereits einige Fallstudien. Die Persistenz dieser Verbindung ist allerdings noch nicht ausreichend belegt. Beide Varianten haben den Nachteil, dass die Schadstoffe im Aquifer verbleiben und der Erfolg der Maßnahme langfristig kontrolliert werden muss.

Nur die Entfernung des Schadstoffs ist eine nachhaltige Sanierung. Unter den gegebenen Standortbedingungen ist der Austrag von Arsen sehr gering, so dass eine hydraulische Entfernung durch Pump&Treat als alleinige Maßnahme nicht effizient ist. Die Überführung des Arsens in die mobile Arsenspezies scheitert daran, dass es aufgrund von unkontrollierbaren Co-Reaktionen schwer ist, diese Bedingungen über längere Zeiträume aufrecht zu erhalten.

In einem zweiten Forschungsschwerpunkt dieses Projektes wurde die künstliche Mobilisierung des Schadstoffes durch Zugabe von Phosphat als mögliche für den Standort geeignete Maßnahme untersucht. Die beschleunigte Mobilisierung von Arsen

Tab. 1: Übersicht über die eingesetzten Extraktions- und Elutionsverfahren.

Wasser-Eluat	in Wasser löslicher , mobiler Arsenanteil	Messung von As(III) und As(V)
Phosphat-Eluat	an Oberflächen des Feststoffs sorbierter, leicht mobilisierbarer Arsenanteil	Messung von As(III) und As(V)
Salzsäureaufschluss	säurelösliche Fraktion, z.B. an Karbonaten und Tonmineralen gebundenes Arsen, schwer mobilisierbar	Messung von As(ges)
Königswasseraufschluss	im Feststoff vorhandenes gesamtes Arsen, bzw. in Eisenminerale inkludiertes Arsen, refraktionär außer Silikate	Messung von As(ges)

Tab. 2: Maximale Arsengehalte in Eluaten und Extrakten in [µg/kg].

	Anstrom	Schadenszentrum	Proximaler Abstrom	Distaler Abstrom
Wasser-Eluat	30	2 000	1 500	1 200
Phosphat-Eluat	320	22 000	9 000	6 600
Salzsäureaufschluss	n.a	22 000	n.a	2 600
Königswasseraufschluss	4 000	60 000	15 000	12 000

n.a Probenaufbereitungsschritt nicht durchgeführt

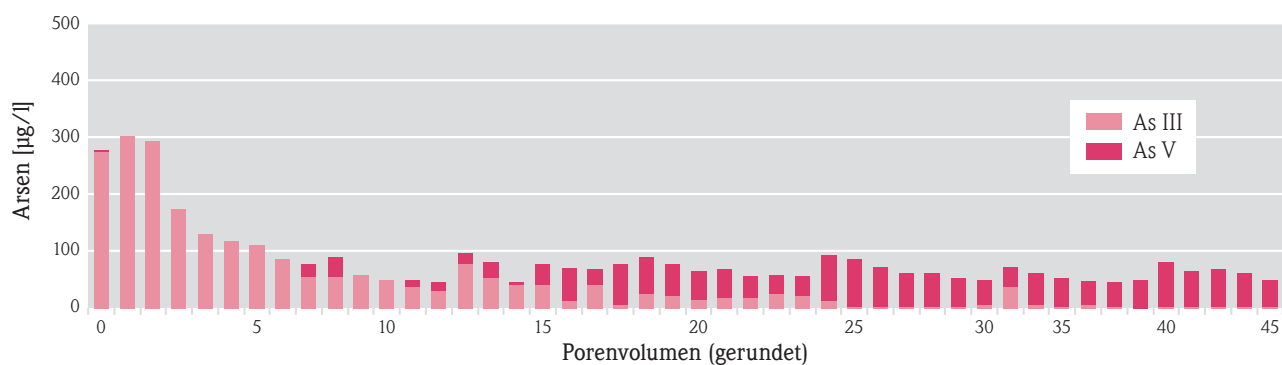


Abb. 2a: Oxischer Versuch ohne Substratbeaufschlagung (Referenz).

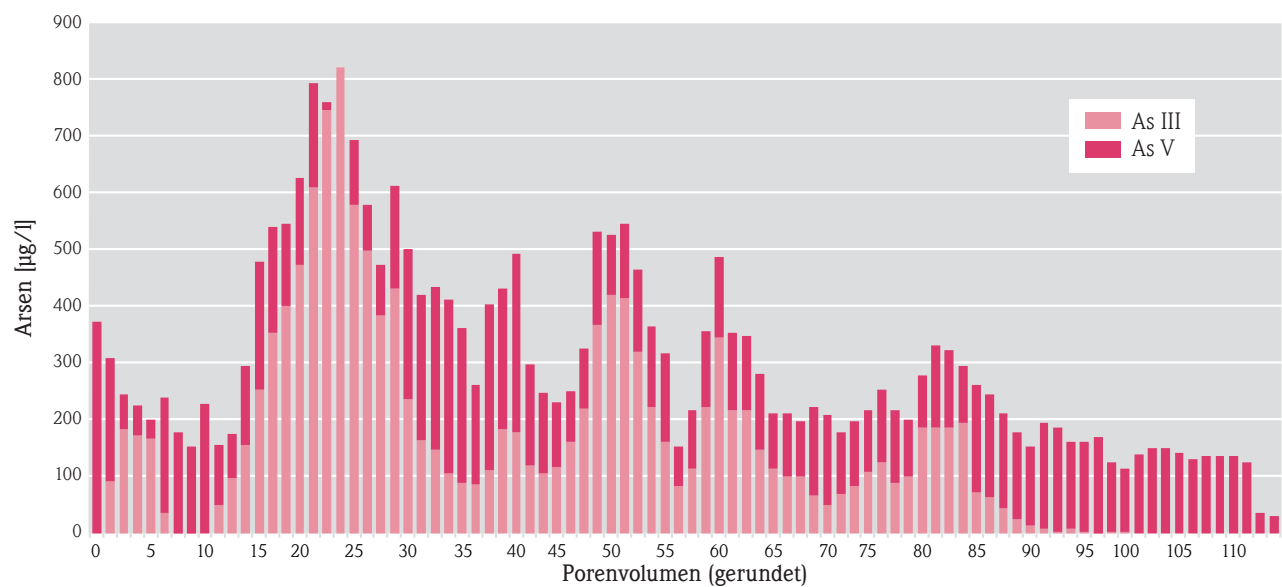
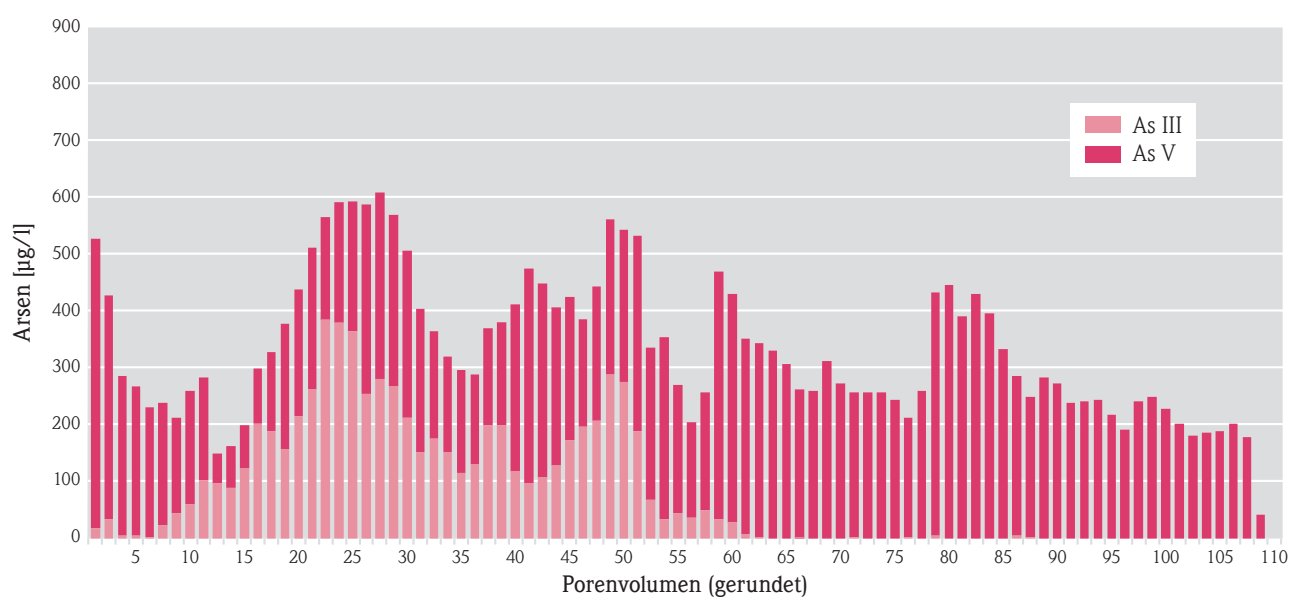


Abb. 2b und c: Oxische Versuche mit Substratbeaufschlagung.

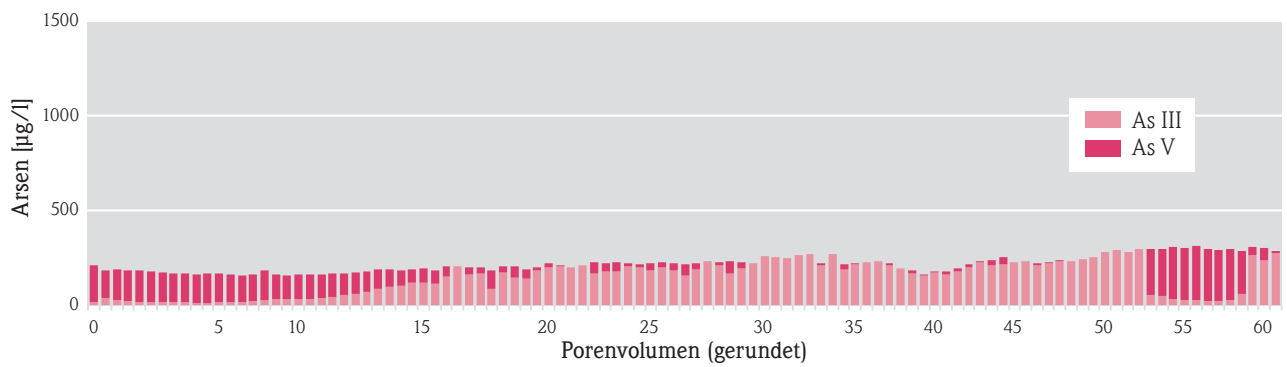


Abb. 3a: Anoxischer Versuch ohne Substratbeaufschlagung (Referenz).

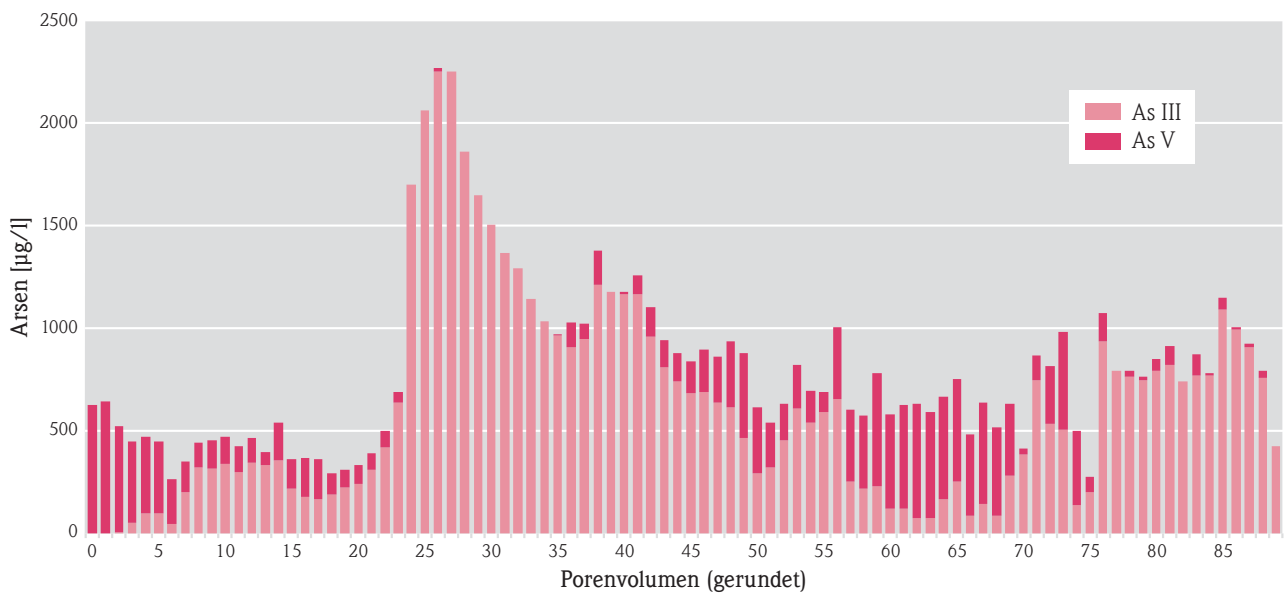
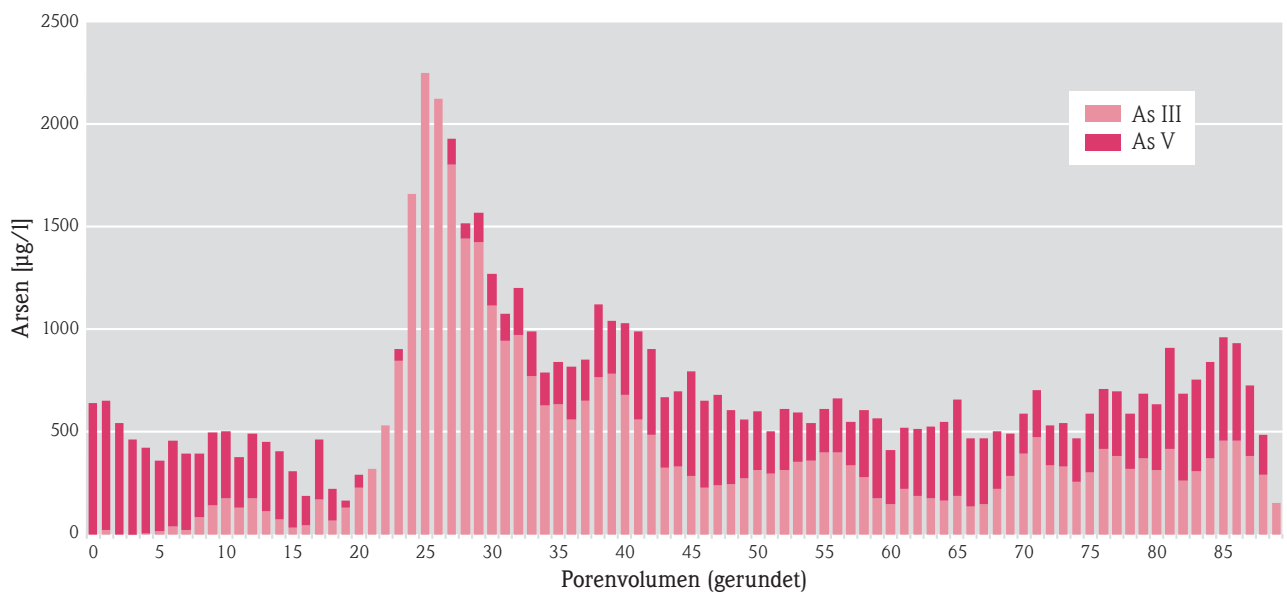


Abb. 3b und c: Anoxische Versuche mit Substratbeaufschlagung.

zur effektiven Sanierung von Arsenschadensfällen ist zum aktuellen Zeitpunkt ein Novum in Forschung und Praxis.

Eine beschleunigte Freisetzung von Arsen durch Zugabe von Phosphat findet sowohl unter oxischen als auch anoxischen Bedingungen statt. In den Abbildungen 2a-c bzw. 3a-c sind die Verläufe von Parallelversuchen mit gestufter Zugabe von Phosphat jeweils im Vergleich zu einer nicht beaufschlagten Referenz dargestellt. In der kumulierten Ansicht der Versuche kann bei einer stufenweisen Anpassung der Substratdosierung bis 1000 mg/L Phosphat ein linearer Ausstrag beobachtet werden. In den Versuchen konnte die vollständige Entfernung der desorbierbaren Anteile des Arsens bilanziert werden.

Verschiedene Prozesse wurden bei den Säulenversuchen identifiziert, die eine verstärkte Mobilisierung bewirken. Während geringe Substratgaben vermutlich die mikrobiellen Prozesse unterstützen, bewirken hohe Dosierungen eine Freisetzung über geochemische Prozesse. Die dahinter stehenden Prozesse konnten durch umfangreiche Prozessstudien und Literaturrecherchen hinreichend beschrieben werden. Eine mögliche technische Limitierung für den hydrogencarbonat-dominierten Standort könnte in der Ausfällung von Apatit bestehen.

Die bisherigen Ergebnisse sind vielversprechend, da mit dieser Methode die Effizienz aktiver hydraulischer Maßnahmen und passiver reaktiver Systeme gleichermaßen erhöht werden kann. Die Säulenversuche deuten darauf hin, dass die Methode sowohl für oxische als auch anoxische Bedingungen geeignet ist und bei vorsichtiger Dosierung von Phosphat auch diese geochemischen Bedingungen weitestgehend erhalten bleiben. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn geänderte Bedingungen zu ungewollten Co-Reaktionen (z.B. der Lösung von Schwermetallen) führen würden.

Derzeit werden die Prozesse in zwei Großsäulen mit einem Fassungsvermögen von jeweils 400 l mit Standortmaterial und -wasser überprüft. Parallel dazu wurde im Schadenszentrum ein Testfeld installiert, über das im Rahmen eines Pilotversuchs Phosphat dem Aquifer zugegeben wird. Die derzeitigen und zukünftigen Forschungen werden vom Land Hessen über die HIM ASG finanziert. Die Untersuchungen finden in enger Abstimmung mit dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) und dem Regierungspräsidium Darmstadt statt. Das Ingenieurbüro CDM Smith unterstützt mit der technischen Umsetzung im Gelände.

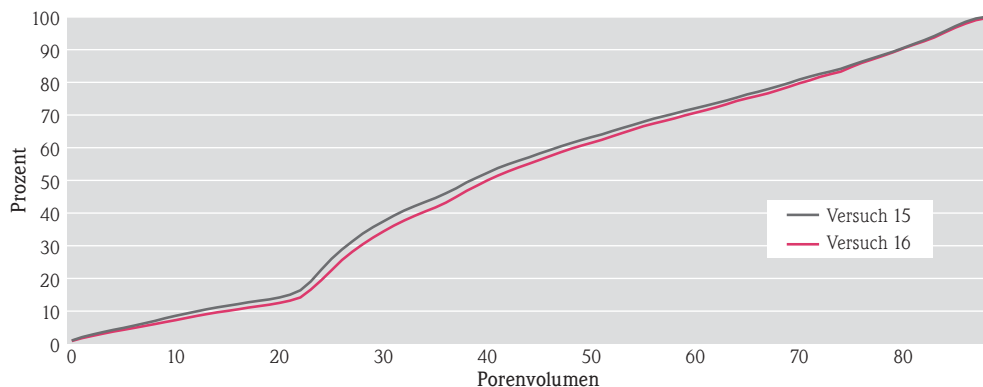


Abb. 4: Kumulierte Austragsbilanz der anoxischen Versuche. Zum Ende der Versuche wurden die mobilisierbaren Anteile an Arsen vollständig entfernt.

Literatur:

MAIER, M. (2014): Untersuchungen zum reaktiven Transport von Arsen im Grundwasserleiter – Prozessstudie und Entwicklung einer neuartigen Sanierungsmethode an einem Altstandort

in Hessen, Deutschland. Doktorarbeit an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Fakultät für Chemie und Geowissenschaften.

LAGA PN 98 und/oder DIN 19698 - alles klar bei der Beprobung von Haufwerken?

KLAUS BLOMQUIST

1 Einleitung

Bei der Beprobung von Haufwerken mit Boden oder mineralischen Abbruchmaterialien sind die zur Gewinnung repräsentativer Mischproben einzuhaltenen Qualitätskriterien in einer Vielzahl von Regelwerken definiert. In der Praxis wird häufig die als LAGA-Mitteilung M 32 veröffentlichte und in der Deponieverordnung geforderte Richtlinie LAGA PN 98 [1] angewendet. Seit Mai 2014 liegt die auf Grundlage der LAGA PN 98 entwickelte DIN 19698-1:2014-05 [2] vor, die bei einzelnen Punk-

ten abweichende Anforderungen definiert. Mit Aussagen zur Probenbehandlung bei der Gewinnung der Laborproben aus Feldproben ist zudem die DIN 19747:2009-07 [3] relevant. Zusätzlich finden sich verschiedene weitere im Gesetzgebungsverfahren zur Novellierung des Bodenschutzrechtes [4] benannte Normen sowie eine unübersichtliche Anzahl von zum Teil sehr unterschiedlichen länderspezifischen Regelungen.

2 Kerninhalte relevanter Richtlinien und Normen

2.1 LAGA PN 98

Häufig angewandte Grundlage bei der Haufwerksbeprobung ist die als Mitteilung 32 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) herausgegebene „LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen“ (Stand 12/2001, Fassung 07/2004) [1]. Dabei handelt sich nicht um eine Norm, sondern um eine von der Umweltministerkonferenz zur Anwendung empfohlene Richtlinie. In der Deponieverordnung (DepV 2009), Anhang 4, Abs. 2 [6] wird ausdrücklich die Probenahme nach LAGA PN 98 gefordert.

Die Richtlinie beschreibt die Grundregeln für die Entnahme von Proben aus (stich-)festen Abfällen sowie abgelagerten Materialien von der Probenahmestrategie bis zur Durchführung der Probenahme. Bei den Probenahmeverfahren werden dabei Entnahmen aus ruhenden Abfällen wie Haufwerken,

aus bewegten Abfällen wie Abfallströmen sowie aus Transportfahrzeugen und verpackten Materialien differenziert.

Im Einzelnen finden sich Vorgaben für die Erstellung eines Probenahmeplans, den Ablauf der eigentlichen Materialbeprobung und das Probenahmeprotokoll. So finden sich konkrete Vorgaben für die in Abhängigkeit des Haufwerkvolumens und der Kornverteilung zu entnehmenden Art, Menge und Anzahl der zu differenzierenden Einzel-, Misch-, Sammel- und Laborproben. Bei der LAGA PN 98 wird zudem gefordert, dass theoretisch jedes (!) Größtkorn über 120 mm als Einzelstück einer Laboruntersuchung zugeführt wird. Weiterhin werden geeignete Probenahmegeräte, die Verfahren zur Probengewinnung und -einengung und die Vorgehensweise bei Haufwerken mit leichtflüchtigen oder leicht abbaubaren Schadstoffen beschrieben. So sind z.B. Schlitze mindestens bis zur Haufwerksmitte auszuführen und Handgerätebeprobungen sollen möglichst die ganze Tiefe der Anschüttung erfassen.

2.2 DIN 19698-1:2014-05

Im Mai 2014 wurde die DIN 19698-1:2014-05 zur „Untersuchung von Feststoffen – Probenahme von festen und stichfesten Materialien – Teil 1: Anleitung für die segmentorientierte Entnahme von Proben aus Haufwerken“ [2] veröffentlicht. Auf Grundlage der Richtlinie LAGA PN 98 wurden im Teil 1 die Anforderungen an die Probenahmestrategie und die Durchführung der Probenahme zur Untersuchung von Haufwerken mit unbekannter Zusammensetzung genormt. Ein wesentliches Merkmal ist die segmentbezogene Mischprobenbildung, so dass neben Aussagen über die Gesamtheit auch die statistische Streuung des Stoffgehaltes und seine räumliche Verteilung ermittelt werden. In einem 2. Teil ist die Normung der integralen Beprobung von Haufwerken vorgesehen, die regelmäßig bei Herstellungsprozessen anfallen und bei denen Kenntnisse über die in der Regel gleichbleibende Zusammensetzung vorliegen. Die Norm orientiert sich bei den Begrifflichkeiten und der vorgeschlagenen Probenahmemethodik stark an der zu Grunde liegenden LAGA PN 98. Ein Hauptunterschied zwischen DIN 19698-1 und LAGA PN 98 ist das erforderliche Mindestprobenvolumen und der Umgang mit Stücken größer 120 mm Korngröße. So wird bei der DIN 19698-1 das geforderte Mindestvolumen der Einzel- und der Laborprobe im Vergleich zur LAGA PN 98 und der DIN 19747:2009-07 [3] (siehe Tab. 2 und Tab. 3) bis zum Doppelten erhöht. So betragen die Mindestprobenvolumina bei den Einzelproben für das Größtkorn von 20–50 mm 2 l und für das Größtkorn von 50–120 mm 5 l. Die Mindestvolumina der Laborproben entsprechen jeweils dem Doppelten der Mindestmenge der Einzelproben. Eine Sonderregelung sieht die DIN 19698 für die mit über 10 Volumenprozent vorhandene Korngröße über 120 mm vor. Ist nicht davon auszugehen, dass das Überkorn in seiner Zusammensetzung der Kornfraktion kleiner 120 mm entspricht, ist das Material durch vier Einzelproben z.B. mittels Sieblöffel oder Greifern zu gewinnen und mittels Brecher auf eine kleinere Kornfraktion zu zerkleinern und nach Vermischung und Verjüngung als Laborprobe zu untersuchen. Das Probenvolumen richtet sich dann nach dem neu erzeugten Größtkorn. Die DIN 19698-1 enthält die aus der LAGA PN 98 bekannten Prinzipbilder zur Anlage von Schürfschlitzen und Handgerätbeprobungen. Laut DIN 19698-1 soll die Tiefe der Schlitze am Haufwerksfuß

mindestens 1/5 der Haufwerk-Querschnittsbreite betragen und bei der Beprobung mittels Handgerät z.B. mittels Probenspeer oder Probenstecher die Probenahme möglichst bis zur halben Tiefe reichen. Somit wurden in der Norm praxistauglichere Anforderungen berücksichtigt.

In der Norm finden sich im Unterschied zur LAGA PN 98 keine Aussagen zur Methodik der Probeneinengung. Anders als in der Richtlinie LAGA PN 98 wird in der DIN 19698-1 der Begriff Sammelprobe für die Zusammenführung von Mischproben nicht mehr verwendet. Dem Sinn nach lässt die Norm aber das gleiche Vorgehen zu: Bei einem Volumen über 700 m³ können bei gleicher stofflicher Zusammensetzung die Mischproben je angefangener 300 m³ auf eine Laborprobe reduziert werden.

Die in der DIN 19698-1 in Abhängigkeit vom Volumen der Grundmenge geforderte Mindestanzahl der Einzel- Misch- und Laborproben entspricht exakt den Anforderungen der LAGA PN 98. Die erforderliche Anzahl der Proben ergibt sich in Abhängigkeit vom Schüttvolumen. Eine Mischprobe besteht grundsätzlich aus mindestens 4 Einzelproben und charakterisiert ein Volumen von ca. 15 m³ Material. Aus jeder Mischprobe wird durch Probenverjüngung eine Laborprobe generiert.

In der DIN 19698-1 finden sich keine konkreten Vorgaben zur Probenahme bei Belastungen mit leichtflüchtigen Schadstoffen. So findet sich in den Grundlagen nur der Hinweis, dass bei der Untersuchung der Inhaltsstoffe von Feststoffen auch auf Stoffe zu achten ist, die sich abbauen und verflüchtigen können.

2.3 DIN 19747:2009-07

Auf Grundlage der LAGA PN 98 wurde die 2009 veröffentlichte DIN 19747:2009-07 mit dem Titel „Untersuchung von Feststoffen – Probenvorbehandlung, -vorbereitung und -aufarbeitung für chemische, biologische und physikalische Untersuchungen“ [3] erarbeitet. Im Unterschied zu den Untersuchungslaboren, welche die in der zweiten Hälfte der Norm beschriebenen Standards bei der Entwicklung der Labor- zur Messprobe in der Regel in Arbeitsanweisungen berücksichtigen, hat die DIN 19747 im Vergleich zur LAGA PN 98 in den Gutachterbüros nur untergeordnet Beachtung gefunden.

Dabei beschreibt die Norm in der ersten Hälfte die vorbereitenden Arbeitsschritte zur Gewinnung ei-

ner Feldprobe und die Probenvorbehandlung mit Homogenisieren und Teilen (Verjüngen) bei der Entwicklung der Feld- zur Laborprobe. So werden als vorbereitende Schritte der Probenahme die Grobsortierung, Grobzerkleinerung und Klassierung nach Korngrößen oder Masse unterschieden. Als Probenvorbehandlung werden verschiedene Methoden wie „fraktionierendes Teilen“, „Kegeln und Vierteln“ und das „Cross-Riffing“-Verfahren (mindestens drei Arbeitsschritte mit jeweils Sechstelung der Ausgangsprobe und Neuzusammenstellung von Teilproben) sowie die mechanische Probenteilung z.B. mittels Rotationsprobenteiler beschrieben.

Die Angaben zum Mindestvolumen der Laborprobe entsprechen aufgrund des Herausgabejahres 2009 noch denen der LAGA PN 98. Somit findet sich auch hier die Vorgabe, Einzelstücke mit einer Korngröße über 120 mm separat als Laborprobe untersuchen zu müssen. Die Anzahl der zu entnehmenden Feld- und Laborproben ist in der DIN 19747 nicht definiert.

Als spezielle Themen werden Vorgaben zur Probenahme von Materialien mit leichtflüchtigen und biologisch wirksamen Stoffen aufgeführt. So wird konkret für die Beprobung von Leichtflüchtern die Übersichtung einer unbehandelten Feldprobe mit einem Extraktionsmittel gefordert. Erkannte Hot-Spots sind immer als Einzelproben und abgegrenzt von der Grundmenge zu beproben.

2.4 Sonstige Richtlinien und länderspezifische Regelungen

Die älteste relevante Norm mit Bezug zur Haufwerkprobenahme ist die „DIN EN ISO 932-1:1996-11: Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Probenahmeverfahren“ [5]. Sie gilt für produzierte Ersatzbaustoffe und ausgehobenes Bodenmaterial. Differenziert werden Probenahmen aus Haufwerken, aus einem kontinuierlichen Stoffstrom und aus Transport- und Lagerbehältern. Beschrieben werden die Verfahren zur Probengewinnung und Einengung sowie die Ableitungen für die erforderliche Menge und Anzahl der sogenannten Sammel- und Einzelproben. Der Schwerpunkt der DIN 932-1 liegt dabei mehr in der Ermittlung der Gesteinskörnung und nur untergeordnet in der Ermittlung der stofflichen Zusammensetzung und der möglichen Schadstoffgehalte. Nach LAGA-Methodensammlung [7] liefert die DIN 932-1

keine Vorgaben für die grundmengenabhängige Probenahme und ist somit nur zur Produktionskontrolle nutzbar, zur Schadstoffcharakterisierung ist nach LAGA die PN 98 zu verwenden. Unklar ist, wieso diese Vorschrift im Entwurf der Mantelverordnung aus 10/2012 [4] gefordert wurde.

Neben den bundesweit geltenden technischen Normen und Richtlinien der LAGA existieren in Deutschland eine Vielzahl von länderspezifischen Regelungen. So hat fast jedes Bundesland im Detail von der Richtlinie LAGA PN 98 und den gültigen Normen abweichende Vorschriften, die entweder als Arbeitshilfen definiert wurden oder den Vollzugsbehörden konkret zur Anwendung vorgeschrieben oder empfohlen sind. Bei einzelnen länderspezifischen Regelungen findet sich auch der in der Praxis meist auf Grundlage von Annahmekriterien der Entsorgungsstellen abgeleitete Grundsatz einer bestimmten Laborprobenanzahl pro 500 m³ Boden oder mineralischem Baumaterial. Exemplarisch seien hier folgende Regelungen erwähnt:

So definiert z.B. das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU, 12/2010) im Deponie-Info 3 „Hinweise zur erforderlichen Probenanzahl nach PN 98 bei Haufwerken“ [8], dass im Einzelfall bei homogenen Materialien eine Reduzierung der Mindestanzahl der Laborproben auf zwei Proben je 500 m³ Material zulässig ist. Die Reduzierung bezieht sich auf die Laborproben; die notwendige Anzahl der Einzel- und Mischproben ist nach den Vorgaben der LAGA PN 98 zu entnehmen. Dabei werden hohe Anforderungen an die Homogenität des Haufwerks gestellt. So sind nicht separierte, grobkörnige Abfälle wie Bauschutt und Boden-Bauschuttmischungen nach der Definition im Deponie-Info 3 stets als inhomogen zu klassifizieren.

Nach dem Merkblatt 4 „Mineralische Bauabfälle, Hinweise zur Abfallentsorgung“ (11/2010) der Berliner Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz [9] hat für Boden und Bauschutt zur Deklaration eine repräsentative Haufwerksbeprobung für maximal 500 m³ Material zu erfolgen. Dabei sind zwei Mischproben jeweils über das gesamte Haufwerk zu entnehmen. Die weitere Vorgabe, dass jede Mischprobe aus mindestens 18 Einzelproben bestehen muss, orientiert sich wieder an der LAGA PN 98. Die Homogenität der beprobten Materialien ist zu beschreiben und bei abweichenden Analyseergebnissen sind ergänzende Probenahmen erforderlich.

3 Diskussion der Probenahmenvorschriften

3.1 Rechtliche Relevanz der Normen und Richtlinien

Die aktuelle DIN 19698-1 basiert auf der LAGA PN 98. Diese Umsetzung wurde notwendig, um im Vorfeld der geplanten europäischen Normung einen nationalen, vollzugstauglichen Qualitätsstandard zu definieren, der als Vorschlag für ein europäisches Normungsprojekt dienen könnte. Die LAGA PN 98 hat als Veröffentlichung eines deutschen Fachgremiums auf Bundesländerebene hier nicht den Stellenwert einer staatlichen Norm.

In der Regel ist die aktuellste Normausgabe zu beachten. Solange vom Gesetzgeber aber nicht in einer Rechtsverordnung auf die DIN 19698-1:2014-05 verwiesen wird, hat diese keinen bindenden Rechtscharakter, sondern ist als Dokumentation des Stands der Technik und der aus fachlicher Sicht anzuwendenden Qualitätsanforderung einzustufen. Die Norm 19698-1:2014-05 steht in Bezug zu den rechtlichen Regelungen der Deponieverordnung (DepV, 2009) [6], formal ist bis zur rechtlichen Verankerung der Norm im Regelungsbereich der DepV aber noch die Probenahme nach LAGA PN 98 vorgeschrieben.

Grundsätzlich gilt bei Normen, dass die aktuellere Normvorgabe der älteren Normaussage vorzuziehen ist. Da die DIN 19698-1 die DIN 19747 nur in Teilen aufgreift und nicht vollständig ersetzt, ergeben sich nun folgende Normvorgaben: das Volumen und die Anzahl der Proben bestimmen sich nach DIN 19698-1, die Vorbehandlungsschritte und die Behandlung von Materialien mit leichtflüchtigen oder biologisch abbaubaren Stoffen bestimmen sich nach DIN 19747.

3.2 Eignung der Probenahmethodik und des Geräteeinsatzes

Insbesondere bei Altlastensanierungs- und Flächenrecyclingmaßnahmen wird durch eine fachgutachterliche Begleitung das gemeinsame Ablagern und Vermischen deutlich unterschiedlich zusammengesetzter und belasteter Materialien ausgeschlossen, so dass eine gewisse Homogenität der einzelnen Haufwerke gegeben ist. Materialien mit unterschiedlichen

Kornzusammensetzungen oder mit organoleptischen, auf Schadstoffbelastungen hinweisenden Auffälligkeiten sind zu separieren und in getrennten Mieten aufzuschütten, so dass es keine Hot-Spot-Bereiche in einem größeren Haufwerk geben sollte. Bei Hot-Spots besteht sowohl das Risiko einer entsorgungsrelevanten Querkontamination der Gesamtmiete als auch einer fehlerhaften Abfalldeklaration durch eine Verschneidung des Belastungsbereiches mit deutlich geringer belasteten Einzelproben bei der Mischprobenerstellung.

Die in den Normen und Richtlinien geforderte Anzahl von Einzelproben erfordert im Einzelfall eine sehr aufwendige Baustellenlogistik, da ggf. Abdeckfolien abzuziehen sind sowie Begehungen der Miete mit Gerätschaften möglich gemacht werden und ein ausreichender Arbeitsraum für die eigentliche Probenahme geschaffen werden und für die anschließende Probenbehandlung zur Verfügung stehen müssen. In der Praxis sind bei mehrere Meter mächtigen Haufwerken die geforderten Probenahmetiefen nur mit großem Bohrgerät machbar. Ebenfalls nicht einfach umsetzbar ist die Anforderung eines Probenahmegerätes mit einer Öffnungsweite des 2–3fachen des Größtkorndurchmessers. Demnach sind Mieten mit Komponenten ab Grobkies-Korngröße schon nicht mehr mit Sondierungen im Standarddurchmesser DN50 zu beproben und erfordern größere Bohrgeräte. Entsprechende Großgeräte wie Bagger und Schneckenbohrgeräte kommen in der Regel nur bei großvolumigen, länger liegenden Haufwerken völlig unbekannter Zusammensetzung zum Einsatz. In vielen Praxisfällen werden die Aufwendungen zur Probenahme mit Großgeräten aus Verhältnismäßigkeitsaspekten aber nicht betrieben, was bei ausreichenden Vorkenntnissen zur Homogenität und Materialzusammensetzung z.B. durch eine fachgutachterliche Aushub- oder Abbruchbegleitung auch vertretbar ist.

Mit Handgeräten sind bei gemischt- und grobkörnigen Mieten in der Regel – vor allem in der Horizontalen – keine Eindringtiefen größer 0,5 m zu erzielen. Daher sind bei großen Haufwerken mit unbekannter Zusammensetzung der Großgeräteinsatz und der erforderliche Platz zur Mietenausdehnung oder Anlegung von Schlitzwänden einzuplanen. Die in Prinzipskizzen sowohl bei der LAGA PN 98 als auch der

DIN 19698-1:2014-05 dargestellten Schürfschlitz sind unter Berücksichtigung der bei rolligen Materialien erforderlichen Abböschungen und den Arbeitsschutzvorkehrungen zum Schutz des Probenehmers vor Verschütten in der Praxis nicht umsetzbar. Das in den Normen vorgeschlagene Vorgehen ist nur bei einem ausreichend großen Arbeitsraum und großen Massenbewegungen zur Erstellung ausreichend breiter Schlitzten machbar.

3.3 Besondere Anforderungen bei leichtflüchtigen Schadstoffen

In der DIN 19698-1:2014-05 sind für die Beprobung auf leichtflüchtige, organische Stoffe keine konkreten Vorgaben enthalten. Unabhängig von der im Einzelfall konkret geforderten Norm oder Richtlinie sind bei der Beprobung von Haufwerken mit geruchsbildenden, biologisch abbaubaren und leichtflüchtigen Komponenten neben den Mischproben zwingend nicht dem Teilungs- und Mischungsprozess unterliegende Einzelproben zu gewinnen. Die entsprechend der Belastung z.B. mittels Methanol zu stabilisierenden Einzelproben sind ohne weitere Vorbehandlungsschritte einer Laboruntersuchung zu unterziehen.

3.4 Ableitung der notwendigen Laborproben-Anzahl

Die mit Bezug auf das Volumen geforderte Anzahl der Einzel- und Laborproben sowie die in Abhängigkeit vom Größtkorn erforderlichen Mindestprobenmengen basieren auf statistischen Berechnungen. Mit zunehmender Heterogenität eines Haufwerks kann nur bei einer statistisch ausreichenden Probenanzahl und Menge die Bestimmung der Stoffeigenschaften an einer Teilprobe die gesamte Grundmenge repräsentieren.

Bei kleinen Volumina der Haufwerke stehen die Anzahl der geforderten Laboruntersuchungen und der im Vorfeld zu leistende Beprobungsaufwand schnell in einem wirtschaftlichen Missverhältnis zum potenziellen Entsorgungsaufwand. Hier sollte mit entsprechender fachlicher Begründung mit Bezug auf

die Materialzusammensetzung und den Grad der Homogenität eine geringere Anzahl an Laboruntersuchungen vertretbar sein.

In der Praxis wird häufig im Einklang mit einzelnen länderspezifischen Regelungen und in Abstimmung mit den Entsorgungsstellen bei größeren Haufwerken von deutlich über 1000 m³ und einer durch die Laboruntersuchungen nachgewiesenen Homogenität die Anzahl der Laborproben deutlich verringert. In Abweichung von den Normen und Richtlinien wird in der Entsorgungspraxis häufig eine Laborprobe pro 500 m³ Material akzeptiert. Insbesondere bezogen auf die ersten 500 m³ einer größeren Grundmenge sehen die DIN 19698-1:2014-05 und die LAGA PN 98 hier bis zu acht Laborproben mehr vor. Unter Berücksichtigung der für die Bestimmung der Wiedereinbaubarkeit nach Bodenschutzrecht oder der Abfallklassifizierung nach Abfallrecht zu untersuchenden Parameterpakete stellt dieses einen relevanten Kostenfaktor dar. Da oft auch nicht der standortspezifische Schadstoffparameter alleine die Entsorgungskategorie bestimmt, ist in diesen Fällen auch keine Beschränkung des Untersuchungsumfangs auf einzelne Parameter zur Kostenreduzierung möglich.

3.5 Notwendige Validierung der Normen und Richtlinien

Zur Überprüfung der Probenahmenvorgaben auf die Repräsentativität der Ergebnisse und die zur Abfalleinstufung herangezogenen Untersuchungsergebnisse liegen nur wenige Informationen vor. Vor Einführung der DIN 19698-1:2014-05 wurde keine Validierung der Norm durchgeführt. So ist nicht ausgeschlossen, dass auch bei formaler Einhaltung der Probenahmenvorgaben hinsichtlich der Abfalleigenschaften relevante Varianzen der Analyseergebnisse auftreten.

Die Notwendigkeit einer Validierung der Probenahmenvorschrift wurde auch vom Umweltbundesamt erkannt. Im Frühjahr 2015 wurde eine Gutachterleistung zur Überprüfung der Eignung der DIN 19698-1 (und des noch nicht veröffentlichten 2. Teils) im Hinblick auf die Novellierung der BBodSchV ausgeschrieben. Es soll überprüft werden, ob die Normen aus mathematisch-statistischer Sicht geeignet sind, sichere Prognosen hinsichtlich des Schadstoff-

gehaltes des Haufwerkes abzuleiten. Auf Grundlage der Versuchsergebnisse oder statistischer Ableitungen wäre hinsichtlich der Abfallein-

stufung eine Definition vorzunehmen, welche Überschreitungen eines Grenzwertes noch innerhalb der statistisch akzeptablen Bandbreite liegen.

4 Fazit

Die Qualitätskriterien einer ordnungsgemäßen und fachgerechten Beprobung eines Haufwerks aus Boden oder mineralischen Abbruchmaterialien sind in Deutschland in verschiedenen Normen und Richtlinien beschrieben. Die neue Norm DIN 19698-1:2014-05 stellt dabei eine am Vollzug orientierte Weiterbearbeitung der in der Praxis häufig angewandten Richtlinie LAGA PN 98 dar. Die Norm DIN 19698-1:2014-05 beschreibt den Probenahmeprozess aber nicht vollständig, vielmehr sind bei der Beprobung von Materialien mit leichtflüchtigen Schadstoffen und der Methodik der Probenverjüngung bei der Entwicklung der Einzel- zur Misch- und Laborprobe zusätzlich weitere Normen wie die DIN 19747:2009-07 zu beachten.

Wünschenswert wäre – nach Validierung der genormten Probenahmenvorgaben – eine Harmonisierung der Regelwerke bzw. die Festlegung auf einen definierten Probenahmestandard. Die aktuelle Situation mit zahlreichen Richtlinien, Normen und zusätzlich verschiedenen länderspezifischen Arbeitsanweisungen mit jeweils im Detail unterschiedlichen

Anforderungen schafft für den Vollzug Unsicherheiten, die einer ordnungsgemäßen Bearbeitung entgegen stehen.

Grundsätzlich sollte die fachgerechte Haufwerksbeprobung nicht als unbedeutende Nebenleistung verstanden werden, sondern einen angemessenen Stellenwert haben. Eine ordnungsgemäße Probenahme erfordert den Einsatz einer qualifizierten Fachkraft, die nach Ausarbeitung eines fachkundigen Probenahmeplans und Organisation der erforderlichen Gerätschaften eine der Haufwerkszusammensetzung angepasste Entnahme der Einzelproben und anschließende Zusammenstellung der Laborproben durchführt. Erst wenn bei den beteiligten Auftraggebern, Entsorgungsstellen, Bauunternehmungen und Behörden auch die wirtschaftliche Bedeutung einer repräsentativen Beprobung von festen Abfällen anerkannt wird und die qualifizierte Arbeit sachgerecht vergütet wird, kann der Fachmann eine ordentliche Probenahme in einer angemessenen Zeit und mit dem erforderlichen Geräteeinsatz durchführen.

5 Literatur

- [1] LAGA (2004): Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen in Zusammenhang mit Verwertung/Beseitigung von Abfällen – LAGA PN98; Stand Dezember 2001, Fassung 2004 (Mitteilung M32)
- [2] DIN 19698-1:2014-05: Abfalluntersuchung – Probenahme von festen und stichfesten Abfällen – Teil 1: Anleitung für die segmentorientierte Entnahme von Proben aus unbekannten Haufwerken, Entwurf 10/2012; Berlin, Beuth-Verlag GmbH
- [3] DIN 19747:2009-07 (2009): Untersuchung von Feststoffen – Probenvorbehandlung, -vorbereitung und -aufarbeitung für chemische, biologische und physikalische Untersuchungen; 07/2009; Berlin, Beuth-Verlag GmbH
- [4] Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen oder das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzstoffen und für die Verwendung von Boden und bodenähnlichem Material (Mantelverordnung), Entwurf vom 31.10.2012
- [5] DIN EN 932-1:1996-11 (1996): Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Probenahmeverfahren; 11/1996; Berlin, Beuth-Verlag GmbH

- [6] Verordnung über Deponien und Langzeilager (Deponieverordnung – DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I Nr. 22, S. 900) zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 17. Oktober 2011 (BGBl. I Nr. 52, S. 2066)
- [7] LAGA (2012): LAGA Methodensammlung Abfalluntersuchungen. – LAGA-Forum Abfalluntersuchung, Version 2.0. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall: Stand: 01. Oktober 2012
- [8] Bayerisches Landesamt für Umwelt, LfU (12/2010): Deponie-Info 3 „Hinweise zur erforderlichen Probenanzahl nach PN 98 bei Haufwerken“; München
- [9] Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin (2010): Merkblatt 4, Mineralische Bauabfälle, Hinweise zur Abfallsorgung; Berlin, 11/2010

Von der Probenahme bis zum Messwert - Untersuchungsergebnisse richtig bewerten

REINHARD SUDHOF

Analysenergebnisse werden im Regelfall genutzt, um weitreichende Entscheidungen zu treffen. Mit ihrer Hilfe wird entschieden, ob weiterer Untersuchungsbedarf besteht, Sanierungen erforderlich werden, welche finanziellen Mittel für eine Sanierung eingeplant werden, ob überhaupt Gefahren bestehen und welche Entsorgungswege gewählt werden können. Bei diesen Entscheidungen wird davon ausgegangen, dass das Messergebnis automatisch für die Entscheidungsfindung den richtigen Maßstab darstellt. Dies kann zwar so sein, muss es aber nicht. Im Extremfall spiegelt das Ergebnis lediglich die Zusammensetzung der Messprobe wider. Zulässig wäre in diesen Fällen allenfalls die Entscheidung, ob die untersuchten 0,1–100 g die betrachteten Vergleichswerte einhalten. Ob diese Probe die Bodenverhältnisse des untersuchten Grundstückes widerspiegelt, kann nur beurteilt werden, wenn alle Schritte von der Fragestellung über die Probenahme bis zum Ergebnis gut geplant und sorgfältig dokumentiert wurden.

Mit der Wahl des Probenahme-, Aufbereitungs- und Analyseverfahrens entscheidet die untersuchende Stelle, welche Bestandteile in welchen Konzentrationen der Auswertung zugänglich gemacht werden. Idealerweise findet sich in der Probe eine Abbildung der realen Verhältnisse wieder. Die Komplexität von natürlich und anthropogen entstandenen Mischungen erlaubt jedoch immer nur eine annäherungsweise Abbildung dieser Realität durch Proben.

Wenn es gelungen ist, eine Probe zusammenzustellen, die alle erforderlichen Bestandteile enthält, ist anschließend darauf zu achten, dass bei den weiteren Untersuchungsschritten keine relevanten Bestandteile ausgeschleust oder verändert werden.

Die Gefahr dass dies passiert wächst mit der Anzahl der in diesem Prozess beteiligten Personen. Eine pro-

blematische Prozesskette könnte wie folgt aussehen: Auftraggeber – Standortgutachter 1 – Probenehmer – Probenaufbereiter – Analytiker – Analysenberichtverfasser – Standortgutachter 2 – Entscheider. Wenn dann noch in der ganzen Prozesskette nur vereinzelt oder gar keine persönlichen Kontakte stattfinden und die Randbedingungen jeweils vorhergehender Schritte nicht dokumentiert wurden, sind falsche Entscheidungen vorprogrammiert.

Erschwerend kommt bei diesen arbeitsteiligen Prozessen hinzu, dass das Wissen jedes Einzelnen nur auf den jeweiligen Arbeitsschritt fokussiert ist und Selbstverständlichkeiten aus den jeweils anderen Schritten nicht berücksichtigt werden. Das Überführen von Untersuchungsmaterial in Methanol, beim Umgang mit LHKW- und BTEX-haltigen Proben, ist z.B. unter Chemikern inzwischen geübte Praxis. Den Probenehmern ist dieses Vorgehen allerdings nur teilweise bekannt. Eine nachträgliche Übersichtung mit Methanol im Labor verhindert dann zwar eine endgültige Flucht der wenigen noch verbliebenen Moleküle, eine Untersuchung ist dann aber schon sinnlos.

Hinderlich ist es auch, wenn ein Standortgutachter sein „Herrschaftswissen“ für sich behält. Die auf Basis der historischen Erkundung festgelegten Parameter sollten klar und eindeutig formuliert und dem Probenehmer aber auch dem Labor mitgeteilt werden. So wird z.B. eine Probe, die metallisches Quecksilber enthalten kann, im Labor anders behandelt als eine, in der Quecksilber als Verbindung erwartet wird. Ein simpler Auftrag „Untersuchung auf Schwermetalle nach LAGA“ wird dieser Fragestellung nicht gerecht.

Im Folgenden sind einige Anregungen, die dem Behördenmitarbeiter helfen können, die Qualität der Er-

gebnisse richtig einzuordnen. Die Hinweise können gleichzeitig den Büros und Laboren helfen, die Qualität an allen Stellen der Prozesskette zu verbessern.

Ansätze zur Überprüfung der Qualität der Untersuchung anhand von Messergebnissen und Protokollen
Bei der Bewertung von Messergebnissen sind für die Überprüfung der Untersuchungsqualität immer alle vorliegenden Informationen einzubeziehen. Eine vollständige Dokumentation umfasst:

1. die Fragestellung für die Untersuchung,
2. den historischen Befund,
3. die Probenahmestrategie,
4. den Probenahmeplan,
5. das Probenahmeprotokoll,
6. die Laborprotokolle (nach DIN 19747) und
7. das Messergebnis.

Die Reihenfolge stellt im Übrigen auch eine Rankingliste der potentiellen Fehlergröße dar. Aus der Fragestellung ergeben sich z.B. die zu untersuchende Korngröße, das zu wählende Eluatverfahren und nicht zuletzt die erforderlichen Bestimmungsgrenzen. Ohne historischen Befund besteht die Gefahr, an der falschen Stelle und/oder nach den falschen

Stoffen zu suchen. Die Häufigkeit von gravierenden Fehlern bei der eigentlichen Messung ist im Vergleich dazu fast zu vernachlässigen.

Eine gute Dokumentation kann nur mit Sorgfalt und planvollem Handeln erstellt werden. Sie erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die betrachteten Stoffe in ihrer tatsächlichen Konzentration in die Probe gelangen konnten und im Verlauf der weiteren Arbeitsschritte auch in dieser Konzentration erhalten geblieben sind.

Um sicherzustellen, dass die gewonnenen Analyseergebnisse zur Klärung der Fragestellung geeignet sind, müssen alle an der Untersuchung Beteiligten die relevanten Informationen aus den vorhergehenden Schritten kennen und bei ihren Handlungen berücksichtigen. Es ist sicherzustellen, dass die Informationsweitergabe in der Kette Auftraggeber → Gutachter → Probennehmer → Labor → Gutachter → Auftraggeber erfolgt. Besonders wichtig ist die Weitergabe der Informationen zu den wahrscheinlich anzutreffenden Schadstoffen, zu organoleptischen Auffälligkeiten und zu den relevanten Korngrößen.

Bewertung der Messergebnisse (Wurde das richtige Material richtig beprobt und richtig untersucht)

Wenn für einen Bereich, von dem zu erwarten ist, dass dort ähnliche Belastungen vorhanden sind, mehrere Messwerte vorliegen, können diese untereinander verglichen werden. Das gleiche gilt für qualitätssichernde Maßnahmen, bei denen Mehrfach-Beprobungen durchgeführt werden.

Hohe Schwankungen dieser Messergebnisse sind immer ein wichtiger Hinweis auf das Fehlen von Merkmalsträgern in einzelnen Proben. Dies ist entweder auf eine heterogene Zusammensetzung des zu beprobenden Materials oder auf eine diskriminierende Untersuchungsmethode zurückzuführen.

Geringe Schwankungen in Messergebnissen können sowohl ein Hinweis auf einen systematischen Verlust an Merkmalsträgern als auch ein Hinweis auf eine diskriminierungsfreie Untersuchung sein!

Zur Unterscheidung, welche dieser Arbeitshypothesen zutreffend sind, ist zu prüfen, ob im Rahmen der Untersuchung alle Merkmalsträger in die Probe gelangen konnten und mit hoher Wahrscheinlichkeit auch den weiteren Untersuchungsschritten zugänglich waren.

Wichtige Hinweise für den Verlust an Informationen kann die Auswertung o.g. Dokumentationen sein. Mit einer guten Dokumentation können die einzelnen Messwerte auf diskriminierende Verfahrensweisen im Vorfeld und während der Messung untersucht werden. Anhaltspunkte für eine Prüfung können z.B.:

- die Wahl der richtigen Probenahmepunkte,
- erkennbare Merkmale (Farbe, Form) der gewünschten Merkmalsträger (in Probenahme- und Laborprotokoll),

- korrekter Umgang mit flüchtigen Substanzen, (Wurden die Lagerungsbedingungen gemäß Tabelle 6 der DIN 19747 eingehalten, wurde ein zulässiges Trocknungsverfahren gemäß Tabelle 7 und 8 der DIN 19747 eingesetzt?)
- Umgang mit „Überkorn“ (Wurde die richtige Korngröße beprobt und untersucht?)

- die Wahl des Elutionsmittels und
- die Auswahl des Messverfahrens sein.

Wenn die erforderlichen Informationen nicht bzw. nicht mehr vollständig vorliegen, können die Ergebnisse oftmals nicht mehr verwandt werden. Die Aussagekraft ist sehr begrenzt. Die Gefahr von Fehlscheidungen wächst.

Plausibilitätsprüfungen (Abgleich verschiedener Informationsquellen)

Es gibt eine Vielzahl an Plausibilitätsprüfungen, mit denen der Erhalt der Merkmalsverteilung geprüft werden kann. In der Regel bieten sich folgende Punkte an:

- Vergleich Liegenschaftsdaten (z.B. Hausnummer, Hoch- und Rechtswert) und Probenahmeprotokoll. (Richtiger Ort? Richtiges Haufwerk) Idealerweise gibt es Fotos, auf denen Probenahmepunkte und Örtlichkeit erkennbar sind.
- Abgleich der Daten aus Probenahmeplan und Probenahmeprotokoll
- Vergleich Korngröße Probenahmeprotokoll und Siebschnitt Probenbegleitprotokoll
- Bei LHKW und BTEX prüfen, ob Proben nicht vorbehandelt sondern direkt in blindwertfreies Methanol überführt wurden.
- Vergleich des Datums des Probenahmeprotokolls mit Laboreingangsdatum und Analysendatum.
- Ggf. Abgleich der ermittelten Werte der untersuchten Probe mit den Werten anderer Proben des gleichen Standortes.
- Ggf. Abgleich der ermittelten Werte mit Referenzwerten schon vorliegender Untersuchungen.
- Ggf. Abgleich der ermittelten Werte mit Literaturwerten vergleichbarer Materialien.

Prüfung ob die Anforderungen der Regelwerke an die Probenmaterialien und Untersuchungsverfahren eingehalten werden

Ein einmal vorliegendes Messergebnis wird gerne genutzt, um mehrere Fragestellungen zu beantworten. Dies kann in Einzelfällen sinnvoll und möglich sein. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass jedes Regelwerk eigene Anforderungen an die zu untersuchende Korngröße, an die Eluat- und Analyseverfahren und an den Parameterumfang stellt.

Möglich ist eine derartige Mehrfachnutzung grundsätzlich nur dann, wenn die Untersuchung vollständig (s.o.) dokumentiert wurde und sich die neue Fragestellung mit dem vorliegenden Probenahmeplan in Einklang bringen lässt. Bei der An- bzw. Umrechnung gilt:

- Die Werte aus einem Eluat können aus naturwissenschaftlicher Sicht nicht in ein anderes umgerechnet werden.
- Untersuchungsergebnisse des Feinkornmaterials können, wenn die Gesamtkornverteilung und die chemische Zusammensetzung des Grobkorns bekannt sind, auf die Gesamtfraktion umgerechnet werden.
- Aus den Ergebnissen von Einzelproben können sich Mischprobenergebnisse errechnen lassen. Die ist jedoch nur unter genau definierten Randbedingungen sinnvoll.

Untersuchungsergebnisse richtig bewerten

Wenn alle bis hierhin definierten Randbedingungen eingehalten werden, können die Messergebnisse als höchstwahrscheinlich richtig angesehen werden. Es bleibt nur noch übrig, diese mit den Grenz- und Richtwerten zu vergleichen. Diese gelten als einge-

halten, wenn alle Werte unterhalb dieser ermittelt wurden oder wenn in den jeweiligen Regelungsbe-
reichen Ausreißer-Regelungen (4 von 5 Regel, Mittelwertregelungen) in Anspruch genommen werden können.

Abschließende Gedanken

Meine bisherigen Erfahrungen zeigen, dass eine fehlerfreie Untersuchung derzeit noch die Ausnahme ist. Eigentlich sind private und öffentliche Entscheidungen ohne belastbare Untersuchungsergebnisse fragwürdig. Vor dem Hintergrund von Zeit- und Kostendruck müssen solche Entscheidungen aber getroffen werden. Damit zukünftige Entscheidungen leichter und besser getroffen werden können, ist es wichtig, den Weg zu besseren Ergebnissen durch kontinuierliches Erinnern an die richtigen Vorgehensweisen zu ebnen.

Wer als Gutachter auf saubere Dokumentation und sorgfältige Arbeitsweise Wert legt ist oftmals einige (wenige) Euro teurer als die Konkurrenz. Die Auftraggeber können die qualitativen Unterschiede meistens nicht erkennen. Die Risiken tragen die Auftraggeber und/oder die Umwelt. Ohne behördlichen Druck wird sich nichts bewegen.

Abfalltechnische Herausforderungen im Rahmen der Sanierungsmaßnahme „Ehemalige Chemische Fabrik Biebrich“

„Von der Mücke zum Elefanten und wieder zurück“

MARION PEINE & FRANK EHWALD

Kurzfassung

Das Betriebsgelände der ehemaligen Chemischen Fabrik Biebrich, Standort einer Teeröldestillationsanlage, befindet sich im Wiesbadener Stadtteil Biebrich in unmittelbarer Rheinnähe. Südlich angrenzend befindet sich die Altablagerung „Rheinwiesen“, eine Ablagerung von Bauschutt, Haus- und Gewerbemüll in den Bühnenfeldern des Rheins aus den frühen 1930er Jahren.

Die Anfänge der Teerölproduktion der Chemischen Fabrik Biebrich gehen auf das Jahr 1887 mit der Gründung einer Fabrik zur Herstellung von Dachpappen zurück. Die Teerölproduktion wurde erst in den späten 1960er Jahren eingestellt.

Bei der umwelttechnischen Untersuchung der Altablagerung „Rheinwiesen“ in den 1990er Jahren ergaben sich erste Hinweise auf teerölspezifische Schadstoffe. Im Rahmen einer historischen Recherche wurden die Schadstoffe dem langjährigen Betrieb der ehemaligen Teeröldestillation zugeordnet. Die im Auftrag des Landes Hessen im Jahre 2004 durchgeführten orientierenden umwelttechnischen Untersuchungen bestätigten für das ehemalige Betriebsgelände sanierungsbedürftige Kontaminationen des Bodens und des Grundwassers mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), aromatischen Kohlenwasserstoffen (AKW), Mineralölen und Phenolen.



Da die Sanierungsverantwortlichen zur Durchführung der Sanierung nachweislich nicht in der Lage sind, hat das Regierungspräsidium Darmstadt im August 2011 die Erarbeitung der Sanierungsplanung und die Durchführung der Sanierungsmaßnahme auf die HIM ASG übertragen. Die Detail- und Sanierungsuntersuchungen wurden in der Zeit von September 2012 bis März 2013 in enger Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Darmstadt durchgeführt.

Parameter	max. Gehalte [mg/kg]	max. Gehalte [µg/L]
PAK	23 000	18 700
Naphthalin	7 500	13 000
AKW	6 750	14 600
BTEX	3 450	12 750
Benzol	220	6 000
KW	110 000	6 800
Phenole	–	56 000

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse und der Bewertung verschiedener Sanierungsvarianten konnte der Sanierungsplan, der bei einer Spundwandumschließung einen Bodenaushub bis 8 m u. GOK vorsieht, im Mai 2014 der Behörde zur Zustimmung vorgelegt werden.

Im Rahmen der umwelttechnischen Detail- und Sanierungsuntersuchungen wurden im Grundwasser neben den üblichen teerölspezifischen Parametern als weitere Parametergruppe die NSO-Heterozyklen, die in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus gerückt sind, sowie die per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) analysiert. Letztere wurden aufgrund eines aktenkundigen Brandereignisses auf dem Betriebsgelände im Jahre 1991 und dem damit verbundenen Verdacht des Einsatzes PFC-haltiger Löschschäume in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.

Parameter	max. Gehalte [mg/kg]	max. Gehalte [µg/L]
NSO-Heterozyklen	570	10 500
PFC	–	16

Für die Festlegung der Entsorgungswege bildeten zunächst die PAK den einstufungsrelevanten Parameter.

Die NSO-Heterozyklen wurden als im Zusammenhang mit Teerölkontaminationen vergesellschaftete und daher abfalltechnisch bisher nicht separat analysierte und berücksichtigte Parametergruppe bewertet. Die PFC wurden aufgrund geringer Werte im Grundwasser für die Entsorgung als nicht relevant eingestuft. Der Sanierungsplan sieht für die anfallenden ca. 43 000 t Bodenaushubmassen folgende Entsorgungswege vor:

Annahmestellen	zul. PAK-Gehalte
Deponie Wiesbaden, Deponie Büttelborn	< 400 mg/kg
Deponie Leverkusen	> 400 mg/kg < 20 000 mg/kg
ATM Moerdejk	> 400 mg/kg < 50 000 mg/kg

Nach dem Gebäuderückbau konnte im November 2014 mit den ersten Aushubarbeiten begonnen werden. Dabei erlebten die Projektverantwortlichen in Grundstücksbereichen, die während der Erkundungsphase nur eingeschränkt zugänglich waren, die erste Überraschung. In der 4 m mächtigen Auffüllung waren Asbestbruchstücke, zurückzuführen auf zerkleinerte Eternitplatten, abgelagert worden. Nach diesen Funden waren große Anteile der Auffüllung als asbesthaltig einzustufen und ergänzende Entsorgungswege mussten gefunden werden.

Bei der weiteren Abstimmung der Entsorgungswege mit den potenziellen Entsorgungsstellen folgte für die Projektverantwortlichen die nächste Herausforderung. Neben den PAK-Gehalten rückten die NSO-Heterozyklen und die PFC in den Fokus.

Diese Parameter sind in den Annahmekriterien der Deponien in der Regel genehmigungstechnisch nicht oder nicht eindeutig und schon gar nicht bundes- oder landeseinheitlich erfasst. Damit waren meist Einzelfallentscheidungen der jeweiligen Genehmigungsbehörden mit entsprechenden fachlichen Erläuterungen erforderlich. Die NSO-Heterozyklen waren danach abfalltechnisch kein Thema mehr. Für die PFC konnte durch eine vorlaufende in-situ-

Beprobung der Aushubquadranten die eingangs getroffene Annahme von nicht relevanten PFC-Belastungen am Standort bestätigt werden.

Neben erheblichen Zeitverzögerungen auf der Baustelle waren extrem lange Transportwege für die Entsorgung der kontaminierten Bodenmassen die Folge. Nur ein sehr geringer Anteil von weniger als 10 % konnte bislang auf den nahe gelegenen hessischen Deponien in Wiesbaden und Büttelborn entsorgt werden. Auch die Deponie in Leverkusen konnte aufgrund zeitlicher Verzögerungen bis zur Vorlage

der behördlichen Einzelfallentscheidungen erst ab Mitte März angefahren werden. Bis zur Freigabe des Entsorgungsweges musste der Großteil der Auffüllung auf eine Deponie in Sachsen entsorgt werden.

Die Asbestfunde, die Einzelfallentscheidungen mehrerer Genehmigungsbehörden und die extrem langen Transportwege für die Entsorgung der kontaminierten Bodenmassen führten zu einer deutlichen Bauzeitverlängerung und einer erheblichen Kostensteigerung der Sanierungsmaßnahme.

Kooperative Hot-Spot-Bodensanierung mit Scheibenseparator und „Burn-Out“

RUTH MORGAN & ARIANE WELTER

Einführung

Das vorgestellte Sanierungsprojekt (Abb. 1) befindet sich im Bereich eines ehemaligen Standortes des Fieseler Flugzeugbaus, der mit Entwicklung und Bau des Fieseler Storchs bekannt wurde. Da es sich hierbei um Rüstungsindustrie handelte, wurden die Werkshallen im Bombardement des zweiten Weltkriegs zerstört. Im Anschluss nutzte die US-Army

das Gelände und betrieb unter anderem ein Tanklager und Flugmotorenprüfstände. Nachdem die US-Army abgezogen war, wurde das Gelände für die Entkonservierung von Neufahrzeugen zivil genutzt. Eine altlastenfachliche Erkundung des Geländes war zu dieser Zeit nicht erfolgt.



Abb. 1: Luftbild des Untersuchungsgebietes (gelb umrandet; Quelle: Bing Maps 2013).

Erste Erkundungen

In Vorbereitung eines Grundstückskaufs wurde 2001 hinsichtlich der bekannten Nutzung „Entkonservierung von Neufahrzeugen“ eine Untersuchung von Boden und Grundwasser durchgeführt, die im Ergebnis keine relevante Belastung durch die Entkonservierung ergab.

Im Zeitraum von 2004 bis 2007 wurden auf dem Nachbargrundstück – im Abstrom der Entkonservierung – bei Grundwasseruntersuchungen BTEX-Gehalte von bis zu 1890 µg/l festgestellt, so dass 2007 eine historische Recherche und orientierende Untersuchungen von Boden und Grundwasser im

Bereich der Entkonservierung durchgeführt wurden. In diesem Zuge wurde ein Hochtank der US Army als mögliche Quelle diskutiert, der sich neben der Entkonservierung befand. Ein Zusammenhang ließ sich jedoch zunächst nicht bestätigen, die BTEX-Be-

lastung des Bodens im Bereich des ehemaligen Tanks war vernachlässigbar, jedoch wurde im Grundwasser eine sanierungsrelevante Belastung von 8900 µg/l nachgewiesen.

Veräußerungsabsicht

Ende 2011 fasste der Grundstückseigentümer den Entschluss, das Gelände zu verkaufen. Dafür wurde eine Detailuntersuchung von Boden und Grundwasser im Frühjahr 2012 beauftragt. Im Ergebnis dieser Untersuchung wurde die fachliche und rechtliche Sanierungspflicht beschieden. Im Folgenden wurden verschiedene Kaufinteressenten beim Regierungspräsidium vorstellig, um Informationen zur behördlichen Schadensbewertung einzuholen.

Wenngleich eine zügige Veräußerung im Interesse des Grundstückseigentümers lag, wurde im Laufe der verschiedenen Verkaufsverhandlungen ersicht-

lich, dass keine Einigung über eine angemessene Kaufpreisminderung erzielt werden konnte. Im zweiten Halbjahr 2012 fand der Eigentümer daher zu der Entscheidung, die Sanierung selbst durchzuführen, unter der Maßgabe, diese möglichst zügig durchzuführen, um dann das sanierte Grundstück zu veräußern.

Vor diesem Hintergrund entwickelte sich eine konstruktive, offene Diskussionsebene zwischen dem Sanierungspflichtigen, dem Gutachter und der Behörde, die das weitere Verfahren beförderte.

Detailuntersuchung

Im Zuge der Erkundung zeigte sich als Quelle der Verunreinigung der Hochtank für Superbenzin sowie die Trasse der Füllleitungen, obwohl in den frühen Erkundungsphasen kein Zusammenhang gezeigt werden konnte. Die Kontaminationen sind damit auf die von 1936 bis 1945 ansässigen Fieseler Flugzeugwerke und die bis in die 50er Jahre andauernde Nutzung durch die US-Armee zurückzuführen.

Die Untersuchungen ergaben, dass sich die Verunreinigungen im Boden über die lange Zeit des Bestehens zum größten Teil im Grundwasserschwankungsbereich angesammelt haben bzw. in das Grundwasser übergetreten sowie mit der natürlichen Grundwasserströmung migriert sind. Hierzu trug vor allem bei, dass in den 70er Jahren die Fläche mit wasserdurchlässigem Asphalt befestigt wurde. Auf diese Weise gelangte ein Großteil der Schadstoffe unter das Entkonservierungsgebäude, wo der Transportprozess aufgrund der Versiegelung stark verlangsamt wurde und dort den Hot-Spot der Bodenkontamination ausmachte.

Zur detaillierten Erkundung und zur Eingrenzung der Verunreinigungen wurden diverse Untersuchun-



Abb. 2: Kernbohrung bei Erkundung.



Abb. 3: Schadstofffahne

gen des Bodens (Bohrsondierungen, Kernbohrungen (Abb. 2), Bodenluftproben) und des Grundwassers (Entnahme von Grundwasserproben, Untersuchung von physikochemischen Parametern zur Identifikation von mikrobiellem Abbau, Immissionspumpversuche, Frachtbetrachtung) durchgeführt. Die Schadstoffverteilung im Grundwasser zeigte ei-

ne etwa 240 m lange, im Erkundungszeitraum von fast drei Jahren, stationäre Fahne (Abb. 3). Entsprechend der Mengen- und Frachtberechnung nach dem HLNUG-Handbuch „Altlasten“ wurden die Frachten als „groß“ und der Schadensfall damit als sanierungsnotwendig eingestuft.

Sanierungskonzept

Im Februar 2013 wurde die Variantenstudie für die Sanierungsmaßnahmen vorgelegt, der eine abschließende Erkundung des Schadensbildes zugrundeliegt. In der ungesättigten Bodenzone im Eintragsbereich sind auf einer Fläche von rund 2650 m² bis in eine Tiefe von 5,5–6,0 m unter Geländeoberkante noch rund 2,3 t AKW in der Bodenmatrix vorhanden und rund 21 kg AKW_{Summe} im Grundwasser (Abstromfahne) gelöst.

Für die Konzeptionierung der Sanierung stellte sich damit die Kernfrage, ob eine Sanierung durch Aushub des Hot-Spots und damit die Verhinderung der Nachlieferung von Schadstoffen in das Grundwasser möglich ist. Voraussetzung für diese Sanierungsvariante war der Abriss des Gebäudes, welches ursprünglich erhalten werden sollte. In der Vari-

tenstudie wurde daher der Bodenaustausch einer Abstromsicherung durch Pump&Treat und einer mikrobiologischen in-situ Sanierung (ENA) gegenübergestellt.

Die Varianten wurden sowohl aufgrund nicht-monetärer Kriterien als auch hinsichtlich der Kostenwirksamkeit beurteilt. Die Entscheidung fiel zugunsten der Entfernung des Hot-Spots durch Bodenausbau, -behandlung und Wiedereinbau. Aufgrund des großzügigen Flächenangebots kam eine Onsite-Behandlung in Betracht.

Nach Erteilung der Verbindlichkeitserklärung für das mit dem RP Kassel abgestimmte Sanierungskonzept wurde die Umsetzung im September 2014 unmittelbar begonnen.

Durchführung der Bodensanierung

Vorrangiges Ziel der Bodensanierung war eine rasche Überführung des Grundstücks in eine multifunktionale Nutzung. Deshalb wurde für das Gelände eine Quellsanierung durch Bodenaustausch (ca. 17000 m³) festgelegt. Der Tiefenaushub bis 8,0 m u. GOK erfolgte mit Hilfe eines Gleitschienenverbau mit begleitender hydraulischer Sicherung und nachfolgendem Grundwasser-Monitoring. Hierdurch war es möglich in zügigem Baufortschritt den hochbelasteten Grundwasserschwankungsbereich vollständig zu erreichen.

Aufgrund der günstigen Verhältnisse von Kontamination und anstehendem Boden (ausschließlich leichtflüchtige Schadstoffe (AKW) in sandig-kiesigen Sedimenten) konnte der Bodenaushub On-Site behandelt und mit Nachweis der Einhaltung festgeleg-

ter Grenzwerte zu 99 % wieder eingebaut werden. Die eigentliche Aufbereitung erfolgte im Schutz einer Abluftreinigungseinheit durch Bodenauflockerung mittels Scheibenseparator (Abb. 4).

Im September 2014 wurde mit den Sanierungsarbeiten begonnen (Abb. 5). Die gesamte Maßnahme wurde in einem abgegrenzten Sicherheitsbereich, der nur über eine „schwarz-weiß“-Schleuse betreten werden konnte, ausgeführt.

Dabei wurden zunächst die noch bestehende Werkstatthalle (Abb. 6), unter die sich ein erheblicher Teil des Sanierungsbereichs erstreckte, sowie noch vorhandene Lagertanks rückgebaut.

Im Anschluss wurde ein trockener Voraushub bis 4 m u. GOK (ca. 14000 m³) vorgenommen (Abb. 7). Aufgrund der zahlreichen Fliegerangriffe der Alliierten auf die Fieseler Werke und bekannter Blindgängerfunde im Umfeld war es erforderlich, den gesamten Voraushub durch einen Feuerwerker zu begleiten. Nach Erreichen der Voraushubsohle im anstehenden Quartär konnte eine flächige Kampfmittelfreimessung erreicht werden. Vor Beginn des Nassaushubs wurde die hydraulische Abstromsicherung mit nachgeschalteter Grundwasseraufbereitung und Reinfiltration des aufbereiteten Wassers in Betrieb genommen.

Der Nassaushub im Grundwasserschwankungsbereich erfolgte als Gleitschienenverbau (Verbauplattenlänge: 5,3 m x 5,3 m, Abb. 8). Dabei wurden insgesamt 90 Quadranten bis 4,0 m Tiefe (etwa 9000 m³) ausgehoben.



Abb. 4: On-Site Aufbereitung mittels Scheibenseparator.



Abb. 5: Übersichtsfoto.



Abb. 6: Rückbau der Werkstatthalle.

Während der Aushubarbeiten kam es wegen extrem hoher Schadstoff-Konzentrationen trotz funken-schlagfreiem Baggerlöffel mehrfach zu Selbstentzündungen des Bodenmaterials, die jedoch durch Umwälzen des Bodens stets zügig gelöscht werden konnten (Abb. 9 und 10).

Die On-Site-Behandlung des Bodenaushubs und die Verfüllung der Baugrube wurden bis Ende März 2015 beendet.

Die hydraulische Abstomsicherung sowie das Grundwassermonitoring werden in Abhängigkeit von der Schadstoffentwicklung im Grundwasser voraussichtlich noch bis Ende 2015 betrieben.



Abb. 9: Selbstentzündung während dem Nassaushub.



Abb. 7: Trockener Voraushub.



Abb. 10: Brand während Nassaushub.



Abb. 8: Nassaushub im Gleitschienenverbau.

PFC-Boden- und Grundwasserschäden: Länderübergreifende Aktivitäten sowie Fallbeispiele in NRW

STEFAN SCHROERS

1 Einführung

Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) sind eine Gruppe synthetisch hergestellter, langlebiger organischer Verbindungen, die in der Natur nicht vorkommen. Chemisch gesehen bestehen PFC aus Kohlenstoffketten verschiedener Längen, bei denen die Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) durch Fluoratome ersetzt sind (UBA, 2009). Aufgrund ihrer Eigenschaften werden PFC in unterschiedlichen technischen Bereichen wie z.B. Oberflächenbehandlungen, Textilindustrie, Galvaniken, aber auch in Feuerlöschschaummitteln eingesetzt (LANUV 2011). Insbesondere der Einsatz im Bereich von Löschschäumen hat sanierungsbedürftige Boden- und Grundwasserbelastungen verursacht. Die bisher vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass die Erkundung, Beurteilung und Sanierung dieser Schadensfälle in der Regel nicht unproblematisch ist. Im Juni 2012 und im Juni 2013 fanden daher auf Initiative des Altlastenausschusses (ALA) der LABO im

LANUV NRW länderübergreifende Fachgespräche statt, in denen die Themen Erkundung, Bewertung und Sanierung von PFC-Boden- und Grundwasserschäden nach Löschmitteleinsatz behandelt wurden. Hier wurden Kenntnisse und Erfahrungen zu diesen Themenbereichen ausgetauscht und offene Fragestellungen herausgearbeitet. Es wurde festgestellt, dass zu bestimmten Bereichen im Umgang mit Boden- und Grundwasserverunreinigungen mit PFC Handlungsbedarf zur Bereitstellung fachlicher Grundlagen besteht. Dies betrifft den zu untersuchenden Parameterumfang, Kriterien zur Erfassung entsprechender Standorte durch die zuständigen Behörden und die Sanierung.

Die Erkenntnisse aus dem Erfahrungsaustausch haben in den Bereichen **Parameterspektrum und Analytik** sowie **Erfassung von Standorten** zu länderübergreifenden Aktivitäten geführt.

2 Länderübergreifende Aktivitäten auf Ebene der LABO

2.1 Parameterspektrum und Analytik

Für die Bestimmung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) in Wasser, Schlamm, Kompost und Boden liegen genormte Analysenverfahren vor (DIN 38407-42 bzw. DIN 38414-14). Bei beiden Verfahren erfolgt die Bestimmung der PFC mittels HPLC-MS/MS. Die Stoffauswahl umfasst bei beiden Verfahren jeweils 10 Einzelsubstanzen mit Kettenlängen von C_4 bis C_{10} . Seit Oktober 2011 können zusätzliche PFC mit den

Verfahren bis zur Kettenlänge C_{12} analysiert werden. Hinzu kommt die 6:2 Fluortelomersulfonsäure – auch 6:2 FTS oder „H4PFOS“ genannt –, ein polyfluoriertes Tensid, das in der aquatischen Umwelt insbesondere zur stabilen Perfluorhexansäure (PFHxA) abgebaut werden kann. H4PFOS wird auch häufig in Löschwässern gefunden.

Untersuchungen im LANUV NRW in Löschwässern haben gezeigt, dass zwei polyfluorierte Tenside aus Capstone™ Produkten der Fa. DuPont™ in AFFF-Feuerlöschschaummitteln von großer Bedeutung sind. Diese Verbindungen können ebenfalls wie die

PFT mit LC/MS/MS analysiert werden. Zur Kalibrierung liegen jedoch nur technische Lösungen der Capstone™-Produkte vor und keine reinen Standards.

Trotz der EU-weiten Anwendungsbeschränkung für PFOS sind also aufgrund des Einsatzes von polyfluorierten Tensiden und deren Abbaupotenzialen nach wie vor Einträge bestimmter perfluorierter Tenside in die Umweltmedien möglich. Aufgrund erlaubter Restkonzentrationen in den Anwendungen sind nach wie vor Einträge von PFOS möglich. Daraus wurden im Rahmen des länderübergreifenden Erfahrungsaustauschs folgende Schlussfolgerungen formuliert:

- Polyfluorierte Tenside (polyFT) sind in AFFF-Feuerlöschschaummitteln von wesentlicher Bedeutung.
- Polyfluorierte Tenside haben komplexere Strukturen als perfluorierte Tenside (PFT).
- Nur nach PFT analytisch zu suchen, reicht nicht aus.
- Löschwässer bei Schaumeinsatz sollten immer auf Fluortenside untersucht werden.
- PFT können als Verunreinigungen und Abbauprodukte der polyfluorierten Tenside vorhanden sein.
- PFOS kommt trotz der EU-weiten Anwendungsbeschränkung weiterhin vor (mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht aus dem Herstellungsprozess der polyfluorierten Tenside, eventuell aus der Formulierung von Feuerlöschschaummitteln oder aus „Nochrestbeständen“ z.B. der Feuerwehren).
- Daten technisch angewandter polyfluorierter Tenside (Capstone™-Produkte, H4PFOS) sollten veröffentlicht werden.
- Analysenstandards sollten bereitgestellt werden.
- Polyfluorierte Tenside sind in „Wertebetrachtungen“ einzubeziehen.

Bereits als Konsequenz des ersten länderübergreifenden Fachgesprächs hat die LABO nach Beschluss im März 2013 der LAWA empfohlen, für weitere per- und polyfluorierte Chemikalien standardisierte Analysen- und Bewertungsverfahren zu entwickeln. Entsprechende Arbeiten zur Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten laufen derzeit in einer Kleingruppe mit Vertretern aus LABO und LAWA. Ziel ist es, Geringfügigkeitsschwellenwerte für per- und polyfluorierte Chemikalien abzuleiten, die in realen Grundwasserschäden Relevanz zeigen. Um diese relevanten Parameter zu ermitteln, wurden Grundwasserproben realer Schadensfälle betrachtet und ausgewertet (s. Kap. 3). Dies hat zum Vorschlag

in der LABO-/LAWA-Kleingruppe geführt, Geringfügigkeitsschwellenwerte prioritär für die derzeit standardmäßig untersuchten PFC abzuleiten. Darin sind prioritär die 10 DIN-PFT sowie für H4PFOS zu berücksichtigen.

2.2 Erfassung von Standorten bei Verdacht auf PFC-Belastungen

Bislang bestanden keine Kriterien für die Erfassung potenziell durch PFC aus Löschschäumen belasteter Standorte. Es gab keine gesicherten Informationsquellen für die gezielte Lokalisierung solcher Standorte. Dies führte dazu, dass die Erfassung potenziell mit PFC belasteter Standorte von den zuständigen Behörden sehr unterschiedlich gehandhabt wird.

Das LANUV NRW hat daher in einem ersten Schritt die Erfassung PFC-verdächtiger Standorte aufgrund von Löschmitteleinsatz unter dem Blickwinkel einer effizienten Vorgehensweise untersuchen lassen (MARK et al., 2012).

Es wurden folgende Kriterien herausgearbeitet:

- PFC-haltige Löschmittel wurden ab Mitte der 1970er Jahre verbreitet eingesetzt. Das Jahr 1975 kann somit als untere Abschnidegrenze für entsprechende Recherchen empfohlen werden. Eine obere Abschnidegrenze ist dagegen derzeit noch nicht festzulegen.
- Mögliche Einsatzorte PFC-haltiger Löschmittel sind Brandbekämpfung, Übungsplätze, Feuerwachen, Herstellungsbetriebe, und Betriebe, in denen Löschschäume bevorratet werden.

Entsprechende Kriterien bestanden bislang nicht für andere mögliche Eintragsquellen. Es ist davon auszugehen, dass eine Vielzahl bislang nicht erkannter Eintrags- und Kontaminationsbereiche in den Bundesländern vorliegen. Im zweiten Fachgespräch des länderübergreifenden PFC-Erfahrungsaustauschs (Juni 2013) wurde daher der Bedarf einer Handlungshilfe mit Kriterien für eine Erfassung einschließlich historischer Erkundung sowie für die Phase der orientierenden Untersuchung herausgearbeitet.

Ziele einer solchen Handlungshilfe sind die Recherche und Formulierung von Grundlagen über PFC, die systematische Ableitung von Kriterien zur flächendeckenden Erfassung von Standorten mit PFC-Relevanz, die Formulierung von Handlungsempfehlungen für eine historische Erkundung ent-

sprechender Standorte sowie die Formulierung von Handlungsempfehlungen für eine standortbezogene orientierende Untersuchung. Der ALA hat sich per Umlaufbeschluss vom 13.08.2013 für die Aufnahme der Projektstufe 1 des Projektvorschlages (Arbeitshilfe zur Erfassung einschließlich standortbezogener Erhebung und zur orientierenden Untersuchung) in das Länderfinanzierungsprogramm 2014 ausgesprochen.

Das Projekt wurde zwischenzeitlich im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ (LFP) unter fachlicher Betreuung des LANUV im Rahmen eines Auftrags durchgeführt (LFP 2016). Im Rahmen des Projektes wurde die Übertragbar-

keit und ggf. gezielte Ergänzung der in Nordrhein-Westfalen o.g. aufgestellten Kriterien für Löschmittel zur flächendeckenden Erfassung von Standorten mit PFC-Relevanz auf die Situation in anderen Bundesländern überprüft. Zudem wurden im Rahmen dieses Projekts PFC-relevante Branchen identifiziert und beschrieben. Für jede Branche wurden Kriterien für eine Erfassung erarbeitet und landesspezifische Besonderheiten beschrieben.

Das LFP-Projekt ist von einer länderübergreifenden Arbeitsgruppe unter Leitung des LANUV NRW begleitet worden, die sich aus dem Kreis der Teilnehmer des länderübergreifenden Erfahrungsaustauschs zusammensetzte.

3 Fallbeispiele NRW

In Nordrhein-Westfalen wurden mit Stand Februar 2014 durch das LANUV alle den zuständigen Behörden bekannten PFC-Fälle erfasst. Dazu wurden alle 54 Kreise und kreisfreien Städte sowie die fünf Bezirksregierungen gebeten, dem LANUV entsprechende Fälle in Ihrem Zuständigkeitsbereich mitzuteilen.

Demnach waren zu diesem Zeitpunkt 42 Fälle mit nachgewiesener PFT-Belastung in Boden und Grundwasser bekannt¹. Diese Fälle verteilen sich auf 16 Kreise bzw. kreisfreie Städte. In 10 der 42 Fälle (ca. 24 %) liegt die Ursache in Altstandorten, davon überwiegend bei Galvanikstandorten. 20 der 42 Fälle (ca. 48 %) wurden durch Löschmittel verursacht. In weiteren Fällen ist die Ursache noch unbekannt bzw. es handelt sich um Materialaufbringungen, Rieselfelder, Deponien oder Textilstandorte (Abb. 1).

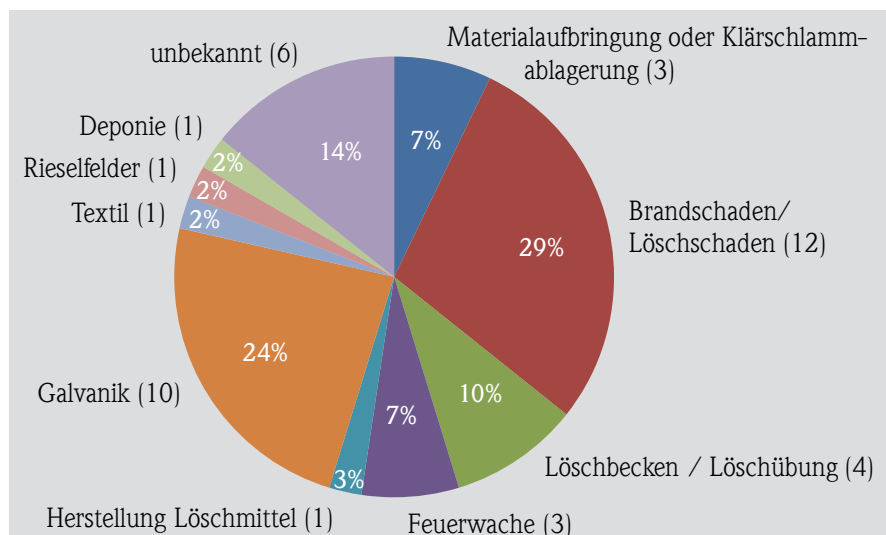


Abb. 1: Ursachen von PFT-Belastungen im Boden und Grundwasser in Nordrhein-Westfalen.

Datengrundlage: 42 Fälle aufgrund einer Anfrage des LANUV bei den 54 Kreisen und kreisfreien Städten sowie den 5 Bezirksregierungen in NRW (Stand Feb. 2014). Die Angaben in Klammern geben die jeweilige Fallzahl an.

21 dieser 42 Fälle (50 %) befanden sich im Stadium der Sachverhaltsermittlung bzw. Gefährdungsabschätzung, 4 Fälle in der Sanierungsuntersuchung sowie 17 Fälle im Stadium der Sanierung (Abb. 2).

¹ Die Bestandsaufnahme wurde mit Stand Oktober 2015 fortgeschrieben. Zu diesem Zeitpunkt waren 69 Fälle mit PFC-Belastungen in NRW bekannt. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf den Vortrag beim Altlasten-Seminar mit Erhebungsstand Stand Februar 2014.

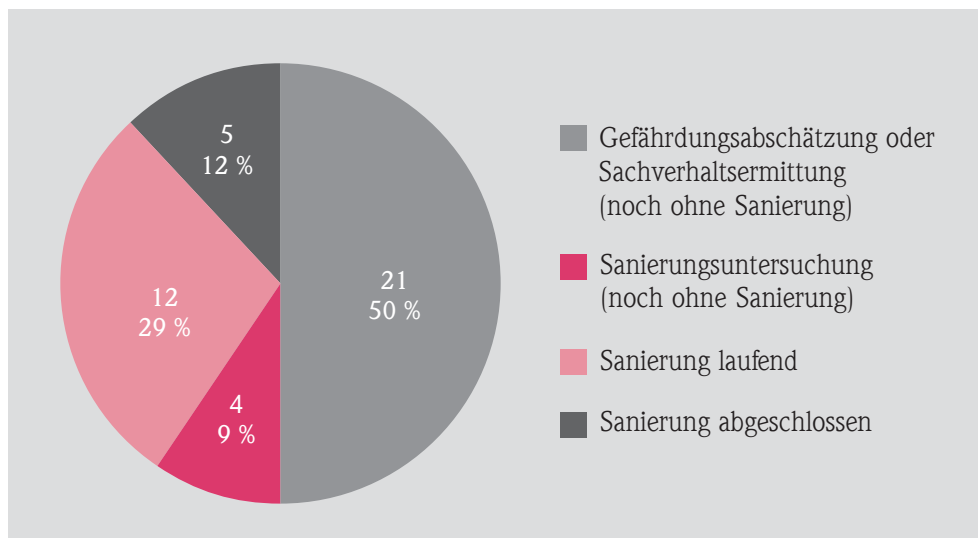


Abb. 2: Stand der Bearbeitung von Fällen mit PFT-Belastungen im Boden und Grundwasser in Nordrhein-Westfalen (Stand Februar 2014).

Datengrundlage: 42 Fälle aufgrund einer Anfrage des LANUV bei den 54 Kreisen und kreisfreien Städten sowie den 5 Bezirksregierungen in NRW

Von diesen 17 Sanierungsfällen waren 5 Fälle abschließend saniert (Abb. 2). In 9 Fällen wurde Bodenaustausch durchgeführt bzw. geplant, wobei es sich in all diesen Fällen um Bodenumlagerung ohne Behandlung handelt. Von den 12 Fällen mit Grundwasserbehandlungen wird in 9 Fällen AktivkohleadSORPTION, in 3 Fällen wird der Einsatz von Ionenaustauschern durchgeführt bzw. vorgesehen.

Um für die Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten (s. Kap. 2.1) zu ermitteln, welche für per- und polyfluorierte Chemikalien in realen Grundwasserschäden besondere Relevanz zeigen, wurden Grundwasserproben realer Schadensfälle betrachtet und ausgewertet. Dazu wurden charakteristische Grundwasseranalysen aus dem Schadenszentrum herangezogen. Grundlage waren 41 Datensätze der o.g. Fälle, die verschiedenen Ursachen zugeordnet sind. Für die Ursachen Galvanik und Löschmittel lassen sich aus den ermittelten Daten Sachverhalte feststellen, aus denen Schlussfolgerungen abgeleitet werden können.

Abb. 3 zeigt die prozentuale Zusammensetzung der 10 DIN PFT bei Grundwasserschäden, die durch **Galvaniken** verursacht wurden.

Hier sind folgende Sachverhalte festzustellen:

- Bei 8 der 9 Fälle wurden mehr als 90 % PFOS im Grundwasser festgestellt.

- In einem Fall (Standort in Betrieb) lag PFBS mit einem Anteil von 38 % vor. PFBS ist ein Ersatzstoff für PFOS und PFOA.

In Abb. 4 ist die prozentuale Zusammensetzung der 10 DIN PFT bei Grundwasserschäden dargestellt, die durch **Löschmittel** verursacht wurden.

Folgende Sachverhalte werden festgestellt:

- Bei 11 der 23 Fälle liegt der PFOS-Anteil im Grundwasser unter 10 %.
- Folgende Verbindungen sind bei Löschmittelschäden im Grundwasser in größeren Anteilen zu finden: PFHxS (in 21 Fällen mehr als 10 %), PFHxA, PFPeA, PFOA.

Bei den festgestellten PFHxA, PFHpA, PFPeA und PFBA kann es sich um Abbauprodukte von polyFT (Ersatzstoff) handeln oder sie können bereits im Konzentrat eingesetzt worden sein. Eine Quantifizierung der Anteile zu diesen Ursachen ist anhand der vorliegenden Daten nicht möglich.

Aus der heterogenen Zusammensetzung ergibt sich die Schlussfolgerung, dass Geringfügigkeitsschwellenwerte neben PFOS für die derzeit standardmäßig untersuchten PFC erforderlich sind. Darin sind prioritär die 10 DIN-PFC sowie H4PFOS zu berücksichtigen (s. Kap. 2.1).

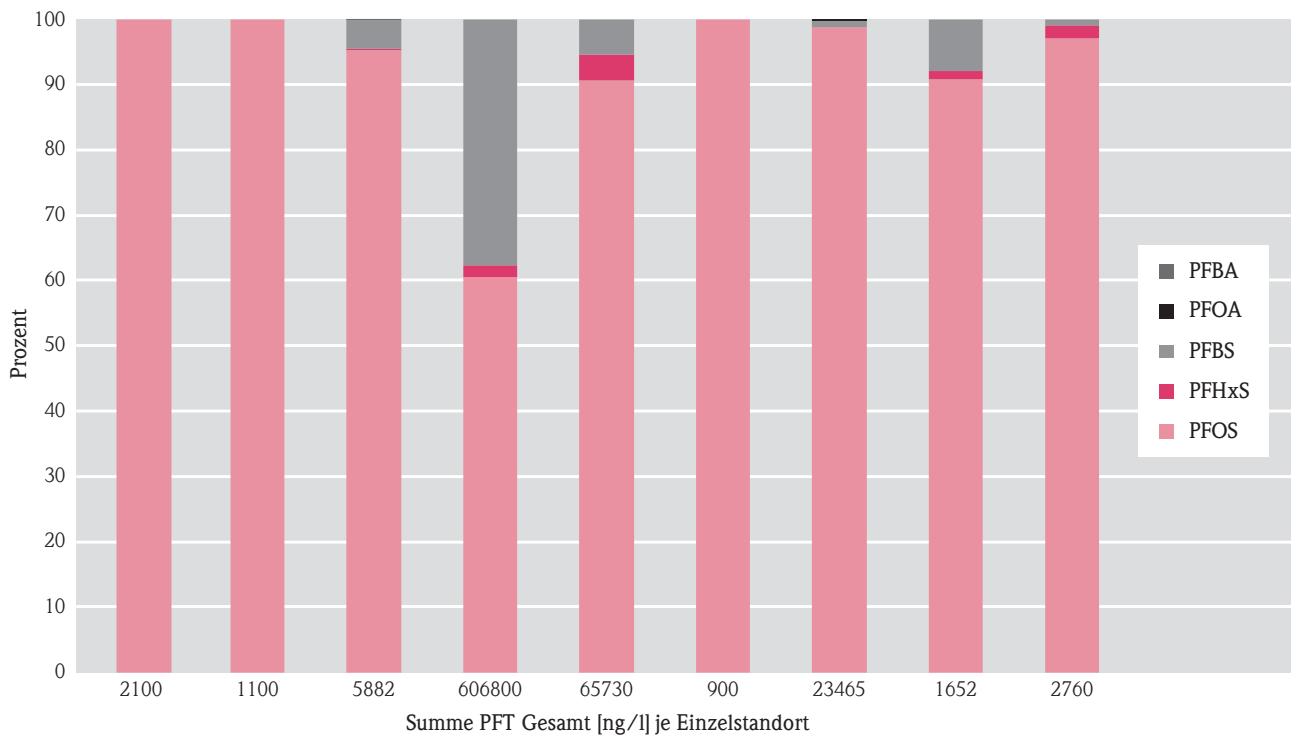


Abb. 3: Prozentuale Zusammensetzung der 10 DIN PFT bei Grundwasserschäden in NRW, verursacht durch Galvaniken.

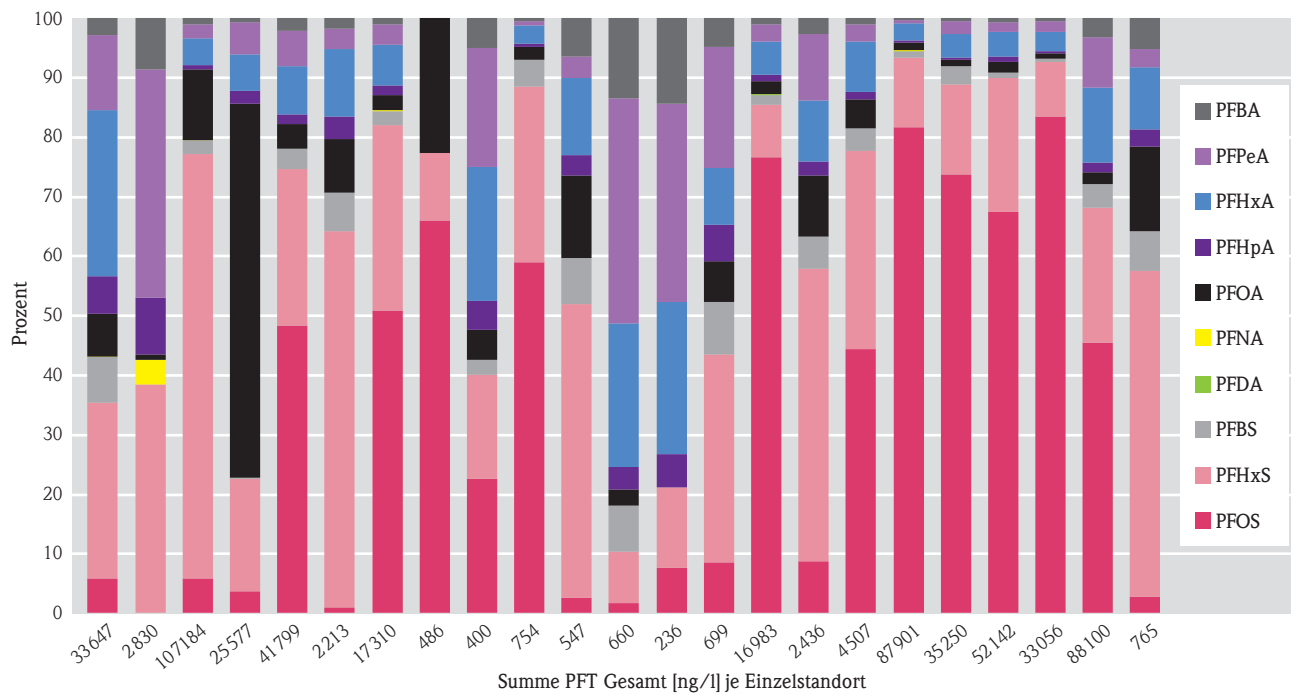


Abb. 4: Prozentuale Zusammensetzung der 10 DIN PFT bei Grundwasserschäden in NRW, verursacht durch Löschmittel.

Literaturverzeichnis

- LANUV, 2011: Verbreitung von PFT in der Umwelt. Ursachen – Untersuchungsstrategie – Ergebnisse – Maßnahmen. – LANUV Fachbericht 34, Recklinghausen, 115 S.
- LFP, 2016: Boden- und Grundwasserkontaminationen mit PFC bei altlastverdächtigen Flächen und nach Löschmitteleinsätzen – Arbeitshilfe zur flächendeckenden Erfassung, standortbezogenen historischen Erkundung und orientierenden Untersuchung. Projekt B 4.14 im Ländersfinanzierungsprogramm Wasser, Boden und Abfall.
- MARK, H., SCHROERS, S., HÄDICKE, A., 2012: Informationsquellen zur Ermittlung von PFT-Belastungen durch den Einsatz von Löschschäumen. In: AltlastenSpektrum 6/2012, S. 262 – 267.
- UBA, 2009: PER- UND POLYFLUORIERTE CHEMIKALIEN Einträge vermeiden – Umwelt schützen. Umweltbundesamt, Juli 2009.

Sanierung einer PFT-Verunreinigung am Standort eines Feuerlöcherherstellers

VOLKER MÜLLER-MOHR, PETER MARTUS & FELIX TAMMS

Standortbeschreibung

Der Standort wurde bis 1945 landwirtschaftlich genutzt und in 1953 als Fabrik zur Herstellung von Feuerlöschern umgebaut. Bis zum Jahr 2007 wurden

auf dem Standort Feuerlöscher und -mittel hergestellt und getestet.

Belastungssituation

In 2008 wurden erhöhte PFT-Konzentrationen im Klärschlamm ermittelt. Daraufhin wurden im Boden, im Grundwasser, im Oberflächenwasser und im Abwasser auf dem Standort und auf zwei benachbarten Grundstücken erhöhte PFT-Konzentrationen nachgewiesen. Im Zuge der Erstellung eines Sanierungskonzeptes in 2012 wurden auf Basis intensiver Vorerkundungen die Aushubplanung, die Sanierungszielwerte und zwei Hauptsanierungszonen festgelegt (Brandplatz auf dem Standort und Teich

auf einem abstromig benachbarten Grundstück). Der Haupteintrag der PFT in den Boden erfolgte im Bereich des Brandplatzes, es kam zum Austrag über das Grundwasser im quartären Aquifer, beeinflusst durch ein oberflächennahes Dränagesystem in der benachbarten Grünfläche, und daraufhin zu einem Eintrag in den benachbarten Teich. Zusätzlich kam es zu einem Austrag der PFT mit dem Abwasser über die Standortkanalisation ins öffentliche Kanalnetz.

Sanierung Brandplatz

Nach dem Rückbau der Aufbauten und der Oberfläche wurde der belastete Boden segmentweise ausgehoben (Sohlbehebung, Analytik und bei Bedarf nochmaliger Aushub). Dann kam die Rückverfüllung und Abdichtung der Grubensohle mit Geomembrane und der Einbau einer Ringdränage mit Anschluss an den bestehenden Abscheider. Schließlich folgte der Wiederaufbau der Oberfläche einschließlich der Entwässerung für das anfallende Regenwasser in den Kanal.



Abb. 1: Sanierung Brandplatz.

Sanierung Teich

Nach der Freimachung des Geländes (Rodung) und dem Vorbereiten der Arbeitsfläche mit Baustraße und Ladebereich, etc. wurden die Teichsedimente tiefenorientiert ausgehoben (Trennung aufgrund Voruntersuchung sowie organischer Reste). Daraufhin wurde die Teichsohle bis oberhalb des Grundwasserschwankungsbereiches mit sauberem Boden angefüllt und mit einer Geomembrane abgedichtet. Nach der Einrichtung einer Ringdränage mit Anschluss an die bestehende Wasserfassung /-reinigungsanlage des Dränagewassers aus der Wiese folgten die Garten- und Landschaftsbaulichen Arbeiten. So wurde der Ausschluss des Direktkontaktes kontaminierter Boden / Oberflächenwasser – Mensch erreicht und



Abb. 2: Sanierung Teich.

eine zukünftige (Re-)Kontamination mit potenziell belastetem Grundwasser unterbunden.

Sanierung Kanal

Dazu kam die Spülung der Abschnitte des betriebsinternen Kanalnetzes zwischen dem ehemaligen Brandplatz und dem Übergabepunkt zum öffentlichen Kanalnetz. Dabei wurde das Spülwasser anschließend aufgefangen, beprobt und ordnungsgemäß entsorgt. Durch die verschiedenen Maßnahmen wurde bisher eine signifikante Reduzierung der PFT Kontamination im Abwasser erreicht. Die Ergebnisse nach der Kanalspülung stehen noch aus.



Abb. 3: Sanierung Kanalsystem.

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

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

- Aktuelle Informationen
- Altflächendatei
- Altlastenanalytik
- Altlastenbearbeitung
- Arbeitshilfen
- Archiv
- DATUS
- Rechtsgrundlagen und Fachdokumente
- Sachverständige

Aktuelle Informationen

Hier werden die aktuellen Informationen zu Altlastenseminaren, Fachgesprächen, Neuerscheinungen der Handbuchreihe Altlasten und anderen Aktivitäten auf dem Gebiet der Altlastenbearbeitung bekanntgemacht.

Altflächendatei

In einem zentralen Informationssystem, der Altflächendatei, erfasst die Hessische Landesverwaltung Daten über folgende Flächenarten:

- Altablagerungen,
- Altstandorte,
- Sonstige schädliche Bodenveränderungen,
- Grundwasserschadensfälle,

bei denen es sich um

- Altlastverdächtige Flächen,
- Verdachtsflächen oder
- Altlasten

handeln kann.

Die Altflächendatei besteht aus den Anwendungen:

1. FIS AG

(Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle) mit den Bestandteilen

- a. ALTIS (Altflächen-Informationssystem Hessen)
- b. ANAG (Analysendatei Altlasten und Grundwasserschadensfälle)

2. DATUS

(Datenübertragungssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle)

3. Flexviewer

(GIS Viewer – geografisches Informationssystem zur Visualisierung der Lage von Standorten und Messstellen aus FIS AG)

Die Behörden benötigen die erfassten Daten, um

- die von diesen Flächen ausgehenden Gefahren zu bewerten,
- Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und zur Überwachung anzuordnen,
- den Umfang von Sanierungsmaßnahmen zu ermitteln und zu bewerten.

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie führt die Altflächendatei zusammen mit den Bodenschutzbehörden der Regierungspräsidien und der Landkreise und kreisfreien Städte.

Auskünfte über Altflächen und sonstige schädliche Bodenveränderungen können bei dem jeweiligen Regierungspräsidium eingeholt werden.

Altlastenanalytik

Im Bereich der Altlastenanalytik werden zur Ermittlung der Schadstoffgehalte die im Anhang 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) beschriebenen Verfahren eingesetzt. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Analyseverfahren und Fortschritte im Bereich der Normung der

Bodenanalytik machen es allerdings notwendig, die in der BBodSchV aufgeführten Analysenverfahren regelmäßig zu aktualisieren.

Auf dieser Seite finden Sie aktuelle Listen und Zusammenstellungen von relevanten Untersuchungsverfahren sowie weitergehende Informationen zum Thema Altlastenanalytik.

Altlastenbearbeitung

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

Arbeitshilfen

Hier stehen Kurzinformationen zu den Bänden der Reihe Handbuch Altlasten, zu Arbeitshilfen und zur Sanierungsbilanz. Die meisten Bände sind als Volltext verfügbar. Darüberhinaus werden das Altlasten-annual und der Zahlenspiegel „Zahlen und Fakten“ vorgestellt.

Archiv

Im Archiv finden Sie die Programme der Fachgespräche und Fortbildungsveranstaltungen des Dezernats Altlasten und die Seminarprogramme der Altlasten-Seminare der letzten drei Jahre. Die Vorträge stehen zum Teil auch als Download zur Verfügung.

DATUS

Das HLNUG führt in Zusammenarbeit mit den Bodenschutzbehörden der Regierungspräsidien und der Landkreise und kreisfreien Städte die Altflächendatei als Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle (FIS AG).

Nach § 8 Abs. 4 HAltBodSchG sind Gemeinden und öffentlich-rechtliche Entsorgungspflichtige verpflichtet, die ihnen vorliegenden Erkenntnisse zu Altflächen dem HLNUG so zu übermitteln, dass die Daten im Bodeninformationssystem nach § 7 erfasst werden können. Dies hat in elektronischer Form zu erfolgen.

Laut Altflächendateiverordnung sind auch die Untersuchungspflichtigen und Sanierungsverantwortlichen verpflichtet, die von ihnen vorzulegenden Daten aus der Untersuchung und Sanierung der verfahrensführenden Behörde in elektronischer Form zu übermitteln.

Dazu bietet das HLNUG das Datenübertragungssystem DATUS an. Zwei alternative Instrumente stehen zur Verfügung:

1. eine offene xml-Schnittstelle zu FIS AG,
2. die Anwendung DATUS mobile.

Auf dieser Seite können Sie sich als Benutzer anmelden. Nach erfolgter Anmeldung gelangen Sie auf die DATUS-Downloadseite, wo dann die benötigten Daten und Anwendungen für die Altflächenbearbeitung durch Externe heruntergeladen werden können.

Rechtsgrundlagen und Fachdokumente

Es stehen Dokumente zu den Themen:

- Altlasten
- Bodenschutz
- Finanzierungsregelungen
- Bodenschutz- und Altlastenrecht
- Anerkennung von Untersuchungsstellen und Sachverständigen

zur Verfügung. Die Dokumente werden ständig aktualisiert. Anregungen und Verbesserungsvorschläge werden vom Dezernat gerne entgegengenommen.

Sachverständige

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.

Auf dieser Seite stehen die Verzeichnisse der in Hessen zugelassenen Sachverständigen im Bereich des Bodenschutzes (Sachgebiet 2: Wirkungspfad Boden – Gewässer sowie Sachgebiet 5: Sanierung) zum Herunterladen zur Verfügung. Außerdem kann auf das bundesweite Verzeichnis der zugelassenen Sachverständigen (ReSyMeSa) zugegriffen werden.

Arbeitshilfen

Handbuchreihe Altlasten

Handbuch Altlasten, Band 1 **Altlastenbearbeitung in Hessen** (2., überarbeitete Auflage 2014) € 6,95

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. Das Handbuch war erstmals im Jahr 1999 erschienen und liegt nun als überarbeitete Neuauflage vor.

Handbuch Altlasten, Band 2 **Erfassung von Altflächen**

Teil 2 € 7,50 **Erfassung von Altstandorten** (2., überarbeitete Auflage 2014)

Volltext verfügbar *

Das erstmals im Jahr 2003 erschienene Handbuch wurde aktualisiert und liegt nun als 2., überarbeitete Auflage vor. 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 HLNUG 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 Leitfaden beschriebenen Vorgehens kann der Aufwand für die Altstandorterfassung 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 Gewerberegister herangezogen. Der Branchenkatalog dient der Ermittlung der altlastenrelevanten Betriebe und deren Zuordnung zu Branchen und Branchenklassen. Der Branchenkatalog basiert auf der Klassifikation der Wirtschaftszweige 2003 des Statistischen Bundesamtes und ersetzt das bisherige Handbuch „Codierung und Einstufung von Altstandorten“ von 1996.

* <http://www.hlnug.de/themen/altlasten> unter Arbeitshilfen

Handbuch Altlasten, Band 3 **Erkundung von Altflächen**

Teil 1

Einzelfallrecherche (2. überarbeitete Auflage 2012)

€ 5,-

Volltext verfügbar *

Die Einzelfallrecherche ist die beprobungslose Erkundung einzelner Altflächen mit Hilfe von Aktenrecherchen, Karten- und Luftbilddauswertungen sowie Ortsbesichtigungen. Ziel dieser Ermittlungen ist die Aufklärung von Anhaltspunkten, die auf eine mögliche Altlast hinweisen können.

Das Handbuch stellt einen Leitfaden für die Durchführung der Einzelfallrecherche vor und soll vor allem Kommunen, aber auch privaten Grundstücksbesitzern sowie beauftragten Ingenieurbüros als Handlungsgrundlage dienen.

Mit der 2. Auflage des Handbuchs liegt eine überarbeitete und aktualisierte Fassung der inzwischen vergriffenen 1. Auflage aus dem Jahr 1998 vor.

Teil 2

Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadensfällen (2. überarbeitete Auflage 2014)

€ 20,-

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 Altlastenverdacht wird entweder bestätigt oder ausgeräumt.

Das erstmals im Jahr 2002 erschienene Handbuch wurde überarbeitet und liegt nun als 2. Auflage vor.

Das Handbuch besteht aus den Hauptteilen

- Wassererkundung
- Bodenerkundung
- Bodenlufterkundung

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 Untersuchungsstandart vor, der im Einzelfall an die Standortgegebenheiten angepasst und ggf. erweitert werden kann. Die dargestellte Vorgehensweise zur zielorientierten, optimierten Untersuchung ermöglicht eine effiziente Projektbearbeitung.

Teil 3

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

€ 15,-

Volltext verfügbar *

Mit dem Instrument der Sickerwasserprognose soll die von verunreinigtem Boden ausgehende Gefährdung des Grundwassers abgeschätzt 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. Ziel der Sickerwasserprognose ist die Abschätzung der Schadstoffkonzentration und -fracht im Sickerwasser am sogenannten 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 Handbuches fehlten jedoch praktikable Instrumente zur Umsetzung der Sickerwasserprognose. Insbesondere die Ermittlung der Schadstofffreisetzung aus Böden, z. B. mittels Elutionsverfahren, sowie die Beurteilung des Rück-

* <http://www.hlnug.de/themen/altlasten> unter Arbeitshilfen

halte- und Abbauvermögens der ungesättigten Bodenzone lassen einen breiten 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 Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) 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 Grundwassergefährdung abgeschätzt werden können
- Bearbeitungshinweise für den Fall, dass Bodenverunreinigungen in der gesättigten Zone liegen.

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 vollhalegonierten 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 HLNUG gerne zur Unterstützung bei der Auswertung von MKW-Gaschromatogrammen bereit. Ansprechpartner ist Hr. Zeisberger (0611 6939-748).

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

Volltext verfügbar *

Die Abschätzung von Schadstoff-Frachten sowohl im Sickerwasser als auch im Grundwasser gewinnt bei der Altlastenbearbeitung an Bedeutung. In diesem Handbuch werden u.a. folgende Themen behandelt:

- Neue Entwicklungen zu Elutionsverfahren
- (Sickerwasserprognose)
- Ermittlung der Sickerwasserrate
- Ermittlung von Schadstoff-Frachten im Sickerwasser
- Zuflussgewichtete Probennahme
- Stromröhrenmodell, Immissionspumpversuch,
- Transekten-Methode

Zum Handbuch gehörende EXCEL-Dateien:

Anhang 3, Berechnung der Sickerwasserrate

Anhang 4, Rückrechnung aus Grundwasseruntersuchungen

Anhang 5, Stromröhrenmodell

Die **Bewertung** von Schadstoff-Frachten im Grundwasser wird im Handbuch Altlasten Band 3 Teil 7 „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen“ beschrieben.

* <http://www.hlnug.de/themen/altlasten> unter Arbeitshilfen

Teil 7 nur im Internet*
Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (2013)

Volltext verfügbar *

2., aktualisierte Auflage 2013

Das Handbuch (Erstauflage 2008) wurde hinsichtlich der Literaturquellen aktualisiert. Weiterhin wurde der Anhang 8 „Ableitung von Grundwasser-Wiederversickerung, Einleitung in Abwasseranlagen und oberirdische Gewässer“ überarbeitet.

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

Der Schwerpunkt der Arbeitshilfe liegt bei den Fragestellungen

- Liegt eine schädliche Grundwasserverunreinigung 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 die 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 Naturschutz, Umwelt und Geologie (Federführung) erarbeitet.

Teil 8 € 9,00
Ökotoxikologische Verfahren als Bewertungshilfe bei Altlastenverfahren (2014)

Volltext verfügbar *

Die Studie „Ökotoxikologische Verfahren als Bewertungshilfe bei Altlastenverfahren“ zeigt auf, dass die im Bereich der Oberflächengewässer etablierten Testverfahren unter bestimmten Randbedingungen durchaus ein begleitendes Instrument zur Bewertung von Grundwasserverunreinigungen aus Altlasten sein können. Neben der chemischen Analytik können sie ergänzende Informationen liefern. Den Rahmen für den vorgeschlagenen Bewertungsansatz bilden dabei Festlegungen aus anderen Fachbereichen. Außerdem wird das Grundwasser hinsichtlich seiner Empfindlichkeit gegenüber z.B. Fließgewässern eingeordnet. Darüberhinaus enthält die Studie einen Überblick über theoretische Grundlagen und mögliche Einsatzbereiche, zeigt aber auch Grenzen ökotoxikologischer Testverfahren als begleitendes und ergänzendes Instrument der Altlastenbearbeitung auf.

* <http://www.hlnug.de/themen/altlasten> unter Arbeitshilfen

Handbuch Altlasten, Band 4 Rüstungsaltstandorte

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

Im Handbuch Rüstungsaltstandorte Teil 1 wird das methodische Vorgehen bei der historischen Erkundung altlastenverdächtiger Flächen 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 Rüstungsaltstandorten (1996)

Im Handbuch Rüstungsaltstandorte Teil 2 sind Materialien über ehemalige Anlagen und Produktionsverfahren auf Rüstungsaltstandorten 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 Bewertungsschemata 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.

Handbuch Altlasten, Band 6 Sanierung von Altlasten

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

Volltext verfügbar *

Sanierungen von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten („Bodensanierung“) erfolgen in Hessen häufig durch Aushub des kontaminierten Materials mit anschließender Verfüllung der Baugruben. Ver-

* <http://www.hlnug.de/themen/altlasten> unter Arbeitshilfen

füllt werden im Sanierungsgebiet anfallende oder von außerhalb kommende Bodenmaterialien.

Dafür werden jährlich zigtausende Tonnen von Bodenmaterial verwendet. 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 Kulturschicht 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 3 nur im Internet*
Sanierungstechniken und -verfahren (2010)
 (Dichtwände, Reaktive Wände, Biologische in-situ-Sanierungen)

Die Inhalte dieses Handbuchs sind erstmals 2005 im Band 8 Teil 2 erschienen. Sie wurden unverändert übernommen und als Band 6 Teil 3 neu herausgegeben. Diese Fassung ist nur als Download verfügbar. Der Band 8 Teil 2 ist weiterhin als Druckfassung erhältlich.

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 Analysenverfahren

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 (Norm-Entwurf ISO/DIS 18287, Ausgabe: 2003-10: Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) - Gaschromatographisches Verfahren mit Nachweis durch Massenspektrometrie (GC-MS)), 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, PETROLEUM ÄTHER, 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

* <http://www.hlnug.de/themen/altlasten> unter Arbeitshilfen

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 Petrol - ether ausfallen und vor der Extraktreinigung - ohne die Elutropie des Extraktes zu verändern - nicht wieder in Lösung gebracht werden können. Dagegen hat sich inzwischen beim ISO/DIS das Verhältnis von Extraktionsmittel zur Einwaage als zu gering herausgestellt.

Teil 4 € 5,- **Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlasten bereich (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 ISONorm 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.

Teil 5 nur im Internet * **Bestimmung von ausgewählten sprengstofftypischen Verbindungen in Feststoffen aus dem Altlasten bereich mit Gaschromatographie (2006)**

Volltext verfügbar *

Zur analytischen Untersuchung von Feststoffproben auf sprengstofftypische Verbindungen an Rüstungsaltstandorten gibt es keine genormten oder standardisierten Analysenverfahren. Auch wird es in absehbarer Zeit weder bei DIN noch bei ISO (TC 190; Bodenbeschaffenheit) Normierungsarbeiten für die analytische Bestimmung von sprengstofftypischen Verbindungen in Böden geben.

Da aber an zwei großen ehemaligen Rüstungsaltsandorten in Hessen schon langjährig flächenhafte Erkundungen stattfinden, war es erforderlich, eine einheitliche Vorgehensweise vorzugeben.

Das jetzt hier allgemein beschriebene Verfahren wurde 1999 zusammen mit einer ganzen Reihe von vertraglich festgelegten Qualitätsanforderungen im Rahmen von Ausschreibungen in verschiedenen Laboratorien etabliert und seither in der Routine angewandt und weiter verbessert.

Teil 6 nur im Internet * **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 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

* <http://www.hlnug.de/themen/altlasten> unter Arbeitshilfen

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
Arbeitshilfen zur Überwachung und Nachsorge von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten (2005)

€ 12,-

Volltext verfügbar *

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

1. Langzeitüberwachung und Funktionskontrolle von Dichtwandumschließungen
2. Langzeitüberwachung von Reaktiven Wänden
3. Überwachung von biologischen in-situ-Sanierungen
4. 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 ausführlich dargestellt und Empfehlungen für spezifische Überwachungsprogramme gegeben.

* <http://www.hlnug.de/themen/altlasten> unter Arbeitshilfen

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

Sanierungsbilanz

Altlastensanierung in Hessen (2011) € 7,50
Übersicht über den Einsatz von Sanierungsmaßnahmen 2002-2008

Volltext verfügbar *

Die Sanierungsbilanz gibt einen Überblick über die im Zeitraum 2002–2008 bearbeiteten Sanierungsfälle in Hessen. Die dabei eingesetzten Sanierungstechniken werden nach ihrer regionalen Verteilung sowie ihrem Einsatz auf Altablagerungen und Altstandorten und in den verschiedenen Umweltmedien dargestellt. Desweiteren wird die Entwicklung im Vergleich zur vorherigen Bilanz aufgezeigt.

Stand der Altlastensanierung in Hessen - Übersicht über den Einsatz von Sanierungsverfahren und -techniken (2003) € 20,-

ISBN 3-89026-806-4

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.

Arbeitshilfen zur Qualitätssicherung

in der Altlastenbehandlung (2001)

Ringordner € 20,-

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 Bundesländer-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.

Folgende Themengebiete werden in den Arbeitshilfen behandelt:

- Untersuchungsstrategie
- Probennahme
- Probenbehandlung
- Vor-Ort-Analytik
- Chemische analytische Untersuchungen – Laborverfahren
- Biologische Verfahren in der Laboranalytik
- Interpretation der Untersuchungsergebnisse
- Strömungs- und Transportmodelle

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 Naturschutz, 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,
- Merkblatt für die Notifizierung von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten.

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

Ihre Bestellung

Die Handbücher und sonstigen Veröffentlichungen können Sie bei der Vertriebsstelle des HLNUG bestellen:

Telefon: 0611 6939-111

Fax: 0611 6939-113

E-Mail: post@hlnug.hessen.de

Internet: www.hlnug.de/vertrieb.html

Autorinnen und Autoren des Altlasten-annual 2015

Hans Becher

Merck KGaA
Frankfurter Str. 250
64293 Darmstadt

Klaus Blomquist

Altenbockum & Partner, Geologen
Lothringer Straße 61
52070 Aachen

Dr. Helmut Dünkel

Das Baugrundinstitut Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Im Schedetal 11
34346 Hann.Münden

Dr. Frank Ehwald

ARCADIS Deutschland GmbH
Europaplatz 3
64293 Darmstadt

Marie-Anne Feldmann

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und
Geologie
Dezernat G3 – Boden und Altlasten
Rheingastr. 186
65203 Wiesbaden

PD Dr. Hans Jürgen Hahn

Universität Koblenz-Landau
Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH
Fortstr. 7
76829 Landau

Dr. Stefan Kamsties

PLEJADES GmbH
Feldstraße 5
64347 Griesheim

Dr. Martin Maier

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Institut für Geowissenschaften
Im Neuenheimer Feld 236
69120 Heidelberg

Dr. Peter Martus

AECOM/URS Deutschland GmbH
Am Handelshof 1
45127 Essen

Ruth Morgan

Regierungspräsidium Kassel
Dezernat 31.1 Grundwasserschutz, Wasserversorgung,
Altlasten, Bodenschutz
Steinweg 6
34117 Kassel

Dr. Volker Müller-Mohr

Environmental Services
AECOM/URS Deutschland GmbH
Am Handelshof 1
45127 Essen

Marion Peine

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Wiesbaden
Lessingstraße 16
65189 Wiesbaden

Dieter Schade

Das Baugrundinstitut Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Im Schedetal 11
34346 Hann.Münden

Elisabeth Schirra

Regierungspräsidium Darmstadt
Dezernat IV/DA 41.5 – Bodenschutz
Luisenplatz 2
64283 Darmstadt

Stefan Schroers

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Fachbereich 32
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Dienstort: Essen, Wallneyer Straße 6

Andrea Schütz-Lermann

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und
Geologie
Dezernat G3 – Boden und Altlasten
Rheingastr. 186
65203 Wiesbaden

Cornelia Spengler

Universität Koblenz-Landau
Institut für Umweltwissenschaften
Fortstr. 7
76829 Landau

Reinhard Sudhoff

Regierungspräsidium Kassel
Dezernat 31.1 Grundwasserschutz, Wasserversorgung,
Altlasten, Bodenschutz
Steinweg 6
34117 Kassel

Felix Tamms

AECOM/URS Deutschland GmbH
Am Handelshof 1
45127 Essen

Dr. Thomas Vorderbrügge

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und
Geologie
Dezernat G3 – Boden und Altlasten
Rheingastr. 186
65203 Wiesbaden

Ariane Welter

CDM Smith Consult GmbH
Am Rupertsberg 16
55411 Bingen

Michael Woisnitza

HIM GmbH
Bereich Altlastensanierung
Waldstr. 11
64584 Biebesheim