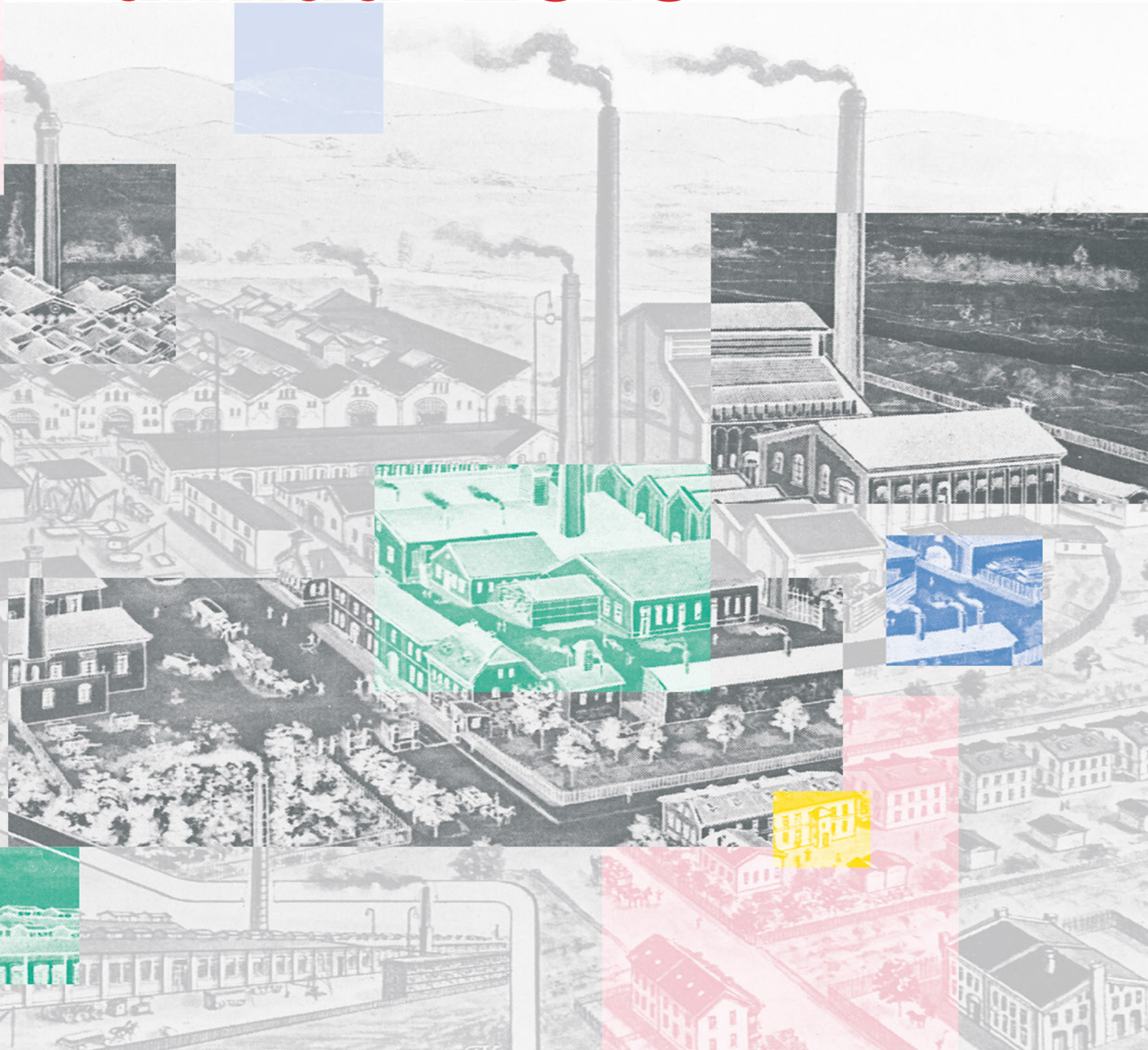




Altlasten- annual 2013



Altlasten- **annual 2013**

Wiesbaden, 2013

Impressum

Altlasten-annual 2013

ISBN: 978-3-89531-872-6

Bearbeitung: Redaktionsteam „annual 2013“, Dezernat Altlasten

Layout: Nadine Monika Lockwald

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

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

Telefon: 0611 69 39-111
Telefax: 0611 69 39-555
E-Mail: vertrieb@hlug.hessen.de

www.hlug.de

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

Inhalt

| | |
|--|---|
| Margareta Jaeger-Wunderer Stand der Altlastenbearbeitung in Hessen | 7 |
|--|---|

Brennpunkt

| | |
|---|----|
| Horst Herzog Ausgangszustandsbericht und Rückführungspflicht nach IED – Ausblick und Auswirkungen auf einen Industriestandort | 13 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Hanna Jordan Verfahrenspraktische Änderungen im Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG nach Umsetzung der Industrieemissions-Richtlinie | 23 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Jörg Martin & Berthold Meise Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser – ein neues Instrument bei der Anlagenzulassung ... | 33 |
|--|----|

Aktuell

| | |
|--|----|
| Jan Brodsky Die LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung | 43 |
|--|----|

Seminar Altlasten und Schadensfälle am 12./13. Juni 2013 in Limburg

| | |
|---|----|
| Wolfgang Berger, Ute Kalbe, Oliver Krüger & Dieter Hennecke Elutionsverfahren für die Untersuchung von Böden und Abfällen – Aktueller Stand | 47 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Volker Zeisberger ALTEX-1D – Ein Berechnungsinstrument für Sickerwasserprognosen | 57 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Helmut Dörr Die Anwendung forensischer Methoden am Beispiel eines LCKW- und eines MKW-/BTEX-Grundwasserschadens | 63 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Bernd Steiner Aktualisierung des Fachmoduls Boden-Altlasten; Anforderungen an Untersuchungsstellen im bodenschutzrechtlich geregelten Umweltbereich | 71 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Thorsten Stahl Poly- und Perfluorierte Chemikalien – Eigenschaften, Verwendung, Verhalten in der Umwelt und Nachweis in verschiedenen Matrices | 75 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Frank Ingolf Engelmann Direktgasinjektionen zur In-Situ-Reinigung kontaminierter GW-Ströme: Verfahren / Techniken / Kosten / Genehmigung / Monitoring | 79 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Dieter Riemann Effizienz und Kostenoptimierung bei LHKW-Grundwassersanierungen – technische und organisatorische Lösungen | 91 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Marie-Anne Feldmann, Gerd Nickel, Tilman Oerter, Sonja Schuster, Petra Stahlschmidt-Allner & Karin Teichmann Ökotoxikologische Untersuchungen bei der Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen in der Altlastenbearbeitung | 99 |
|---|----|

Roland Reh, Tobias Licha, Tobias Geyer, Karsten Nödler & Martin Sauter

Organische Spurenstoffe, Nutzung der Indikatorfunktion in einem komplexen Grundwasserleitersystem 101

Wolfgang Kohler

Fachtechnische Grundlagenermittlung zur Verhältnismäßigkeitsprüfung von langlaufenden Pump-and-Treat Maßnahmen – Handlungshilfe 103

Infothek

Altlasten im Internet 109

Handbuchreihe Altlasten 111

Sonstige Veröffentlichungen 118

Bestellschein 120

Autorinnen und Autoren des Altlasten-annual 2013 121



Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,



keine neuen Altlasten durch den Betrieb von Industrieanlagen! Dieses Ziel soll in Zukunft durch die europäische Industrieemissions-Richtlinie europaweit verwirklicht werden. Die Richtlinie sieht hierfür ein neuartiges Instrument vor: um den Zustand von Boden und Grundwasser

zu dokumentieren, ist im Rahmen der Genehmigung von Industrieanlagen ein Bericht über den Ausgangszustand des Anlagenstandortes zu erstellen. Bei der späteren Stilllegung der Anlage wird dann anhand dieses Berichtes geprüft, ob durch den Anlagenbetrieb erhebliche Verschmutzungen von Boden und Grundwasser entstanden sind. Ist dies der Fall, muss der Anlagenbetreiber die Verschmutzungen beseitigen und den vorherigen Zustand wieder herstellen.

Die Umsetzung der Industrieemissions-Richtlinie stellt sowohl die Anlagenbetreiber als auch die Ge-

nehmigungsbehörden vor völlig neue Herausforderungen. Im Brennpunkt stellen Vertreterinnen und Vertreter der Bodenschutz- und Immissionsschutzbehörden sowie der betroffenen Industrie die Thematik aus unterschiedlichen Blickwinkeln dar.

Neben weiteren aktuellen Informationen aus der Altlastenbearbeitung stellen wir Ihnen wie gewohnt die Vorträge unseres alljährlichen Altlastenseminars, das diesmal in Limburg an der Lahn stattgefunden hat, zum Nachlesen zur Verfügung.

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

A handwritten signature in black ink that reads "Thomas Schmid". The signature is fluid and cursive, written in a professional style.

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

Stand der Altlastenbearbeitung in Hessen

MARGARETA JAEGER-WUNDERER

An dieser Stelle möchte ich Sie über wichtige Entwicklungen im Bereich Altlasten informieren sowie

über die Arbeitsschwerpunkte 2013 des Dezernats Altlasten berichten.

Arbeitshilfen

Die Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates über Industrieemissionen (Industrial Emissions Directive – IED) vom 24. November 2010 ist am 6.1.2011 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 IED schreibt auf europäischer Ebene, aufbauend auf die Vorgängerrichtlinien 96/61/EWG und 2008/1/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie), Anforderungen für die Zulassung von Industrieanlagen vor. Betroffen sind solche Industrieanlagen, von denen besonders hohe Umweltauswirkungen auf Boden, Wasser und Luft ausgehen können.

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 einen Ausgangszustandsbericht (AZB) vorzulegen, wenn eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers möglich ist. Dieser AZB soll den Zustand des Bodens und des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück darstellen. Er dient im Grunde der Beweissicherung und setzt einen Vergleichsmaßstab für die Rückführungspflicht bei Stilllegung der Anlage.

Aus diesem Anlass wurde von der LABO in Zusammenarbeit mit der LAWA im Auftrag der Umweltministerkonferenz (UMK) eine **Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser** erstellt. Einige Vertreter hessischer Behörden haben in der Arbeitsgruppe mitgewirkt. Die Arbeitshilfe soll den Anlagenbetreibern und den hinzugezogenen Sachverständigen als Leitfaden für die Erstellung eines AZB dienen sowie den zuständigen Behörden Hinweise für die Prüfung eines vorgelegten AZB im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens geben.

Mittlerweile hat die UMK der Veröffentlichung der LABO-Arbeitshilfe zugestimmt. Die Arbeitshilfe wurde in den öffentlichen Bereich der LABO-Homepage eingestellt (<https://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html>). (s. auch folgende Beiträge im *Brennpunkt*)



Im November 2012 ist die zweite Auflage des **Handbuchs Einzelfallrecherche** erschienen. Das Handbuch wurde vollständig überarbeitet und dem aktuellen Stand angepasst, da sich seit dem ersten Erscheinen 1998 zahlreiche rechtliche Grundlagen und behördliche Zuständigkeiten sowie auch die Praxis der Altlastenbearbeitung geändert haben.

Nach der Erfassung der Altflächen ist die Einzelfallrecherche neben der Orientierenden Untersuchung der zweiten Stufe der Altlastenbearbeitung zuzuordnen. Im Leitfaden werden die einzelnen Arbeitsschritte beschrieben und die am besten geeigneten Informationsquellen erläutert. Am Ende der Datenermittlung wird ein einfaches Beurteilungsverfahren angeboten, um über das Vorliegen von Anhaltspunkten für eine Altlast zu entscheiden.

Als wichtige Hilfsmittel für die Daten- und Informationsermittlung sind im Anhang die Auflistung des Mindestdatenumfangs, die Zusammenstellung von Informationsquellen für Daten, Karten und Luftbilder sowie Checklisten, Gliederungsvorschläge und Behördenanschriften in übersichtlicher Form zusammengestellt. Zusätzlich stehen Arbeitsblätter zur Dokumentation der ermittelten Informationen zum Herunterladen zur Verfügung.



Zur Sanierung von schadstoffbelastetem Grundwasser werden häufig hydraulische Sanierungsmaßnahmen (pump + treat) angewendet. Für die Ableitung des gereinigten Grundwassers kommen die Wiederversickerung in den Aquifer, die Ableitung in Abwasseranlagen (Indirekteinleitung) oder die Einleitung in oberirdische Gewässer (Direkteinleitung) in Frage. Offene Vollzugsfragen gab es vor allem zur Einleitung in oberirdische Gewässer. Daher wurde vom Umweltministerium die **Arbeitsgruppe „Altlasten an Oberflächengewässern“** beauftragt, zu diesem Thema ein Merkblatt zu erstellen. Die Arbeiten wurden 2013 abgeschlossen und im Internet als Anhang 8 des Handbuchs Altlasten Band 3 Teil 7 „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen“ (2. aktualisierte Auflage) veröffentlicht.



Mit der **Sickerwasserprognose** nach BBodSchV soll abgeschätzt werden, inwieweit eine Grundwassergefährdung über den Pfad Boden-Sickerwasser-Grundwasser besteht. Für Detailuntersuchungen ist neben dem Handbuch Altlasten Band 3 Teil 3 „Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser (Sickerwasserprognose)“ eine Veröffentlichung der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) anwendbar, an der das HLUG mitgearbeitet hat. Diese LABO-Arbeitshilfe „Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen“ be-

schreibt u. a. das **Berechnungsinstrument ALTEX-1D**. Dies ist ein analytisches Berechnungsmodell auf Basis von EXCEL und somit ohne spezielle Software anwendbar. ALTEX-1D steht kostenfrei zur Verfügung. Das HLUG hat 2012 und 2013 Schulungen zur Anwendung von ALTEX-1D durchgeführt.



Im Auftrag des HLUG wurde untersucht, ob und wie standardisierte ökotoxikologische Testverfahren auch für die Altlastenbearbeitung und für die Beurteilung von Grundwasserkontaminationen herangezogen werden können. In einer Arbeitsgruppe von Mitarbeiter/-innen aus RP und HLUG wird die Veröffentlichung dieser Erkenntnisse vorbereitet. Verschiedentlich wurde beim hessischen Altlastenseminar oder hier im Altlasten-annual darüber berichtet. Die Studie **„Ökotoxikologische Verfahren als Bewertungshilfe bei Altlastenverfahren“** wurde Ende des Jahres 2013 für die Veröffentlichung vorbereitet und am soll im Frühjahr 2014 auf einem Fachseminar vorgestellt und diskutiert werden.



Zum Thema „Berücksichtigung der natürlichen Schadstoffminderung bei Altlasten“ liegt eine aktuelle Veröffentlichung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) aus dem Jahr 2009 vor. In die Arbeitshilfe sind Erfahrungen auch aus hessischen Altlastenfällen eingeflossen, bei denen eine Überwachung natürlicher Abbau- und Rückhalteprozesse (Monitored natural attenuation, MNA) durchgeführt wird (<https://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html>).

Eine Kernaussage der 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 der ALA den **Gesprächskreis „MNA“** beauftragt, die fachlichen Randbedingungen und konkrete ermessensleitende Kriterien für eine Verhältnismäßigkeitsbetrachtung zu erarbeiten. Dabei sollen ausschließlich fachliche Grundlagen betrachtet werden. Das HLUG ist im Gesprächskreis vertreten.

Schadstoffbewertung/Analytik

Seit einigen Jahren arbeitet das HLUG im **ALA-Gesprächskreis „Schadstoffbewertung“** mit. Der UA hat den Auftrag, **länderübergreifende Prüfwerte** und Bewertungshilfen bei der Altlastenbearbeitung zu entwickeln. Ein aktueller Schwerpunkt ist die Bewertung von PAK-Gemischen für den Pfad „Boden-Mensch“. Dabei werden die vorhandenen Prüfwerte bewertet und neue Vorschläge unterbreitet, die in die Novellierung der BBodSchV Eingang finden sollen. Im Rahmen des Projektes „Altlastenbezogene Bewertungs- und Analysenempfehlungen für kurzkettenige Alkylphenole (SCAP) und NSO-Heterozyklen (NSO-HET)“ wird aktuell als weiteres Modul des Projektes das Thema Ökotoxizität ausgewählter SCAP und NSO-HET bearbeitet.

Ein weiterer 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 Analysenverfahren befinden sich ebenfalls im ISO/DIS-Status und müssen noch durch einen Ringversuch validiert werden. Nach Erstellung einer Leistungsbeschreibung durch den UA wurde dieses Vorhaben in das Länderfinanzierungsprogramm, voraussichtlich für das Jahr 2014, aufgenommen.

Das HLUG 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.

Den Berichten zur Methodik der Ableitung, der aktualisierten Datenblätter sowie der Übersichtstabelle hat die 145. LAWA-Vollversammlung im März 2013 zugestimmt und das BMU gebeten, die Ergebnisse des Berichtes für die Erstellung der Mantel-VO zu berücksichtigen. Weiterhin wurden LAGA und LABO um Stellungnahme gebeten.

Darüber hinaus wird sich der LAWA-UA in Zusammenarbeit mit dem ALA-Gesprächskreis Stoffbewertung mit der Ableitung von **GFS-Werten für Per- und polyfluorierte Chemikalien**, insbesondere PFOA, befassen.



Das **LAGA-Forum Abfalluntersuchung** – das HLUG ist seit einiger Zeit dort vertreten – hat sich die fachliche Begleitung der europäischen Normung für die Abfallanalytik zur Aufgabe gemacht. Im Jahr 2008 wurde die **LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung** fertiggestellt, die eine umfassende Sammlung der relevanten Untersuchungsverfahren, inkl. Probenahme und Probenvorbereitung darstellt. Das LAGA-Forum hat die Methodensammlung aktualisiert, ergänzt und überarbeitet. Als Ergebnis dieser Aktivitäten wurde eine Version 2.0 der Methodensammlung im Oktober 2012 auf der LAGA-Homepage veröffentlicht (http://www.lanuv.nrw.de/abfall/untersuchungsmethoden/LAGA_Methodensammlung.pdf). Die Bewertung von Messwerten ist ein weiteres Thema des LAGA-Forums, bei dem die Beurteilung von Untersuchungsergebnissen unter Berücksichtigung der materialbedingten Streuungen eine zentrale Rolle spielt (s. a. Beitrag in Aktuell).



Im Bereich der Analytik engagierte sich das HLUG auch 2013 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 HLUG. Der Arbeitskreis trifft sich zweimal pro Jahr zu Sitzungen.

Sachverständige und Untersuchungsstellen

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 HLUG 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**. Die durch neue gesetzliche Anforderungen, wie die Dienstleistungsrichtlinie bedingten Änderungen des Systems wurden bereits umgesetzt.

Darüber hinaus ist das Modul Boden/Altlasten Notifizierte Stellen an das neue „Fachmodul Boden/Altlasten“ anzupassen. Dies soll zeitnah erfolgen, sobald die jeweiligen Länderverordnungen entsprechend novelliert sind.

Seit August 2013 hat das HLUG die **Projektleitung** sowie die Leitung der bundesweiten medienübergreifenden Projektgruppe für ReSyMeSa übernommen. Sie ist in der Abteilung Immissions- und Strahlenschutz in Kassel angesiedelt (<http://www.resymesa.de/resymesa/ResymesaStart.aspx?Cookies=Checked>).

Altflächendatei

Das **Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle** (FIS AG) wird unter dem Datenbanksystem **HUMANIS** (= Hessisches Umweltmanagement- und Informationssystem) betrieben. Das Fachverfahren ist etabliert und durch die Benutzer akzeptiert. HUMANIS basiert auf einer FoxPro Programmierung, deren Support jedoch 2015 endet und daher abgelöst werden muss. Das vom Umweltministerium initiierte **Projekt UM-FIS** (= Umwelt Fachinformationssysteme des HMUELV) hat das Ziel HUMANIS auf Basis einer neuen IT-Architektur umzubauen. Als Nachfolgeprodukt wird FISBox (= FIS out of the Box) entwickelt und bis 2015 etabliert sein. Pilotverfahren für die Neuentwicklung ist FISAG 2.0.

In Vorbereitung auf die Migration des Systems wird die Datenbank FISAG bis November 2013 einer Revision unterzogen. Bei diesem Update werden unter anderem schon lange anstehende Bereinigungen des Datenmodells vorgenommen sowie einige Anpassungen, die sich inzwischen durch die Nutzung von DATUS (Datenaustauschsystem) ergeben haben.



Der **FIS AG Flexviewer** ist der neue begleitende Kartendienst zum „Fachinformationssystem Altlasten und Grundwasserschadensfälle“ (FIS AG). Er dient

in erster Linie der geographischen Lagebestimmung von hessischen Altflächen (Altablagerung, Altstandort, schädliche Bodenveränderung und Grundwasserschadensfall). In Verbindung mit der Fachanwendung FIS AG erleichtert er die Arbeit der zuständigen Behörden bei Anfragen im Rahmen der Bauleitplanung (BLP) oder von Dritten und ist äußerst hilfreich bei der Verbesserung der Datenqualität in FIS AG. Darüber hinaus ist der Viewer eine Arbeitsplattform z. B. zur Bestimmung von Entfernungen aus den Grundlagenkarten oder zur Erstellung themenspezifischer Kartenausschnitte. Die Karten können durch Verschneidung unterschiedlicher Themen auf die Fragestellung angepasst werden und direkt aus der Anwendung heraus ausgedruckt werden.

Die Datenbasis des Viewers wird vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie gepflegt und regelmäßig aktualisiert. Der neu entwickelte Flexviewer löst den seit vielen Jahren in FIS AG zur Verfügung stehenden GIS Viewer ab, da dieser dem heutigen Stand der Technik nicht mehr entspricht. Um den FIS AG Anwendern die Möglichkeit zu einer langsamen Einarbeitung in den neuen Flexviewer zu geben, sind für eine noch unbestimmte Zeit beide GIS Viewer parallel aufrufbar. Der neue **FIS AG GIS-Aufruf** „Flexviewer“ ist auch aus FISAG heraus aufrufbar.

Der Erfolg unserer Arbeit hängt nicht zuletzt vom intensiven Austausch innerhalb und außerhalb des HLUG ab. Ich bedanke mich bei allen, die sich in Pro-

jektgruppen oder Arbeitskreisen an der fachlichen Diskussion beteiligt haben, für ihre engagierte Mitarbeit.

Brennpunkt:

Ausgangszustandsbericht und Rückführungspflicht nach IED

- Ausblick und Auswirkungen auf einen Industriestandort

HORST HERZOG

1 Einleitung

Die Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (IED) löst die IVU-Richtlinie (EG-Richtlinie 96/61/EG vom 24.9.1996 zur Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) ab und ist das zentrale europäische Regelwerk zur Emissionsminderung für Industrieanlagen. Hintergrund ist die Zielsetzung der EU-Kommission, ein einheitliches Umweltschutzniveau zu erreichen und Wettbewerbsverzerrungen zwischen den Mitgliedstaaten zu vermeiden. Die Umsetzung der europäischen Richtlinie erfolgte zum 2. Mai 2013.

Eine wesentliche Neuerung bzgl. des Umgangs mit Boden und Grundwasser bildet die mögliche Rückführungspflicht nach Artikel 22 (Stilllegung). Der Betreiber einer IED-Anlage ist demnach nun verpflichtet das Anlagengrundstück im Falle von Belastungen von Boden und Grundwasser, die nachweislich mit

den gehandhabten Stoffen erfolgt sind, in den Ausgangszustand zurückzuführen.

Die Basis dieser Rückführungspflicht bildet der Vergleich von Stoffkonzentrationen nach Stilllegung einer Anlage mit einem definierten Ausgangszustand. Die Art und Weise der Erstellung eines solchen Ausgangszustandsberichtes für Boden und Grundwasser (im Folgenden: AZB) wurde mit Stand 07.08.2013 durch eine Ad-Hoc Arbeitsgruppe der Länder in einer Arbeitshilfe beschrieben, s. [1].

Der vorliegende Beitrag soll einen Einblick darin liefern, wie ein AZB auf einem seit vielen Jahrzehnten genutzten industriellen Standort umgesetzt werden kann und welche Schnittstellen mit dem Bodenschutz von Relevanz sind.

2 Beschreibung des Standortes

2.1 Historie der Boden- und Grundwasserbelastung an einem Großstandort

Die Infraserv GmbH & Co. Höchst KG (im Folgenden: Infraserv) betreibt in Frankfurt/Höchst einen Standort von rd. 460 ha. Darauf arbeiten heute rd. 22000

Mitarbeiter in mehr als 90 Unternehmen in über 800 Pacht- und Mietgebäuden. Der Industriepark Höchst ist einer der florierendsten Standorte der chemischen Industrie in Europa, mit Investitionen am Standort zwischen 2000 und 2012 von 5,5 Mrd. €, davon alleine 310 Mio. € in 2012.

Der heutige Industriepark Höchst (im Folgenden: IPH) hat eine 150-jährige Geschichte, die sehr eng mit der früheren Hoechst AG verknüpft ist. 1863 gründeten drei Herren – Meister, Lucius und Brüning – die „Farbwerke Höchst“. Es war die Gründerzeit vieler chemischen Unternehmen, die auf die industrielle Herstellung von Farben fokussiert waren.

Wie aus der Abbildung 1 zu erkennen, lagen die Betriebe nah am Main, einem damals noch unregulierten Fluss. Diese Nähe war zum einen hilfreich, da

Wasser für die Produktion verfügbar war, zum anderen problematisch, da jedes Hochwasser die Arbeit behinderte. Daher wurde zur damaligen Zeit recht schnell der Entschluss gefasst, das Gründungsniveau anzuheben und zu diesem Zweck „stabilisierte“ Produktionsrückstände zu nutzen. Die beiden Bilder 2 und 3 geben einen Eindruck von der Vorgehensweise. Nach einer Standortverlagerung in 1869 erfolgte eine planmäßige Auffüllung des Gesamtareals nördlich des Mains in westlicher Richtung bis etwa 1960.

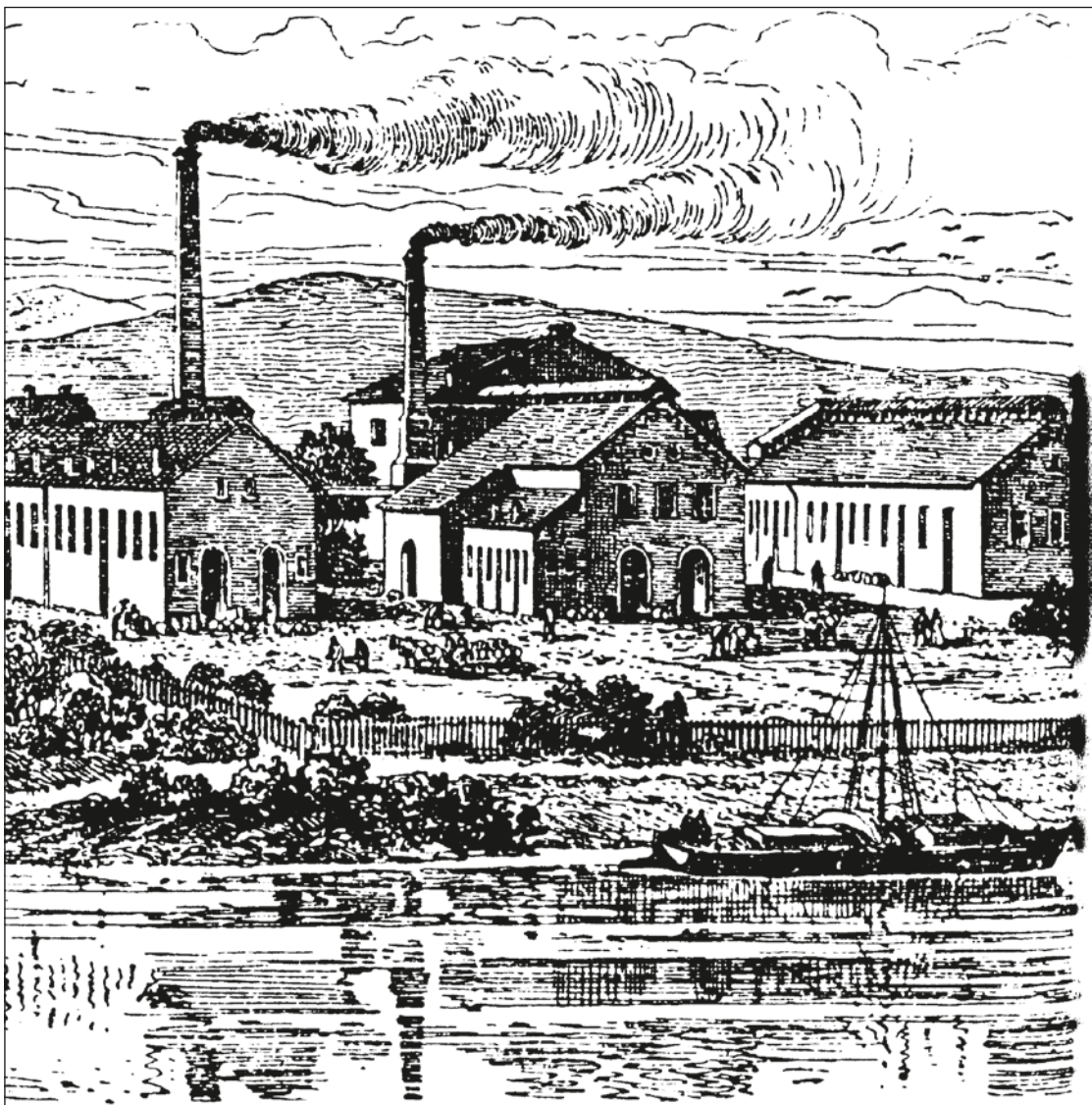


Abb. 1: Anilin- und Anilinfarbenfabrik in Höchst, 1863 (Quelle: Bildarchiv Preussischer Kulturbesitz).

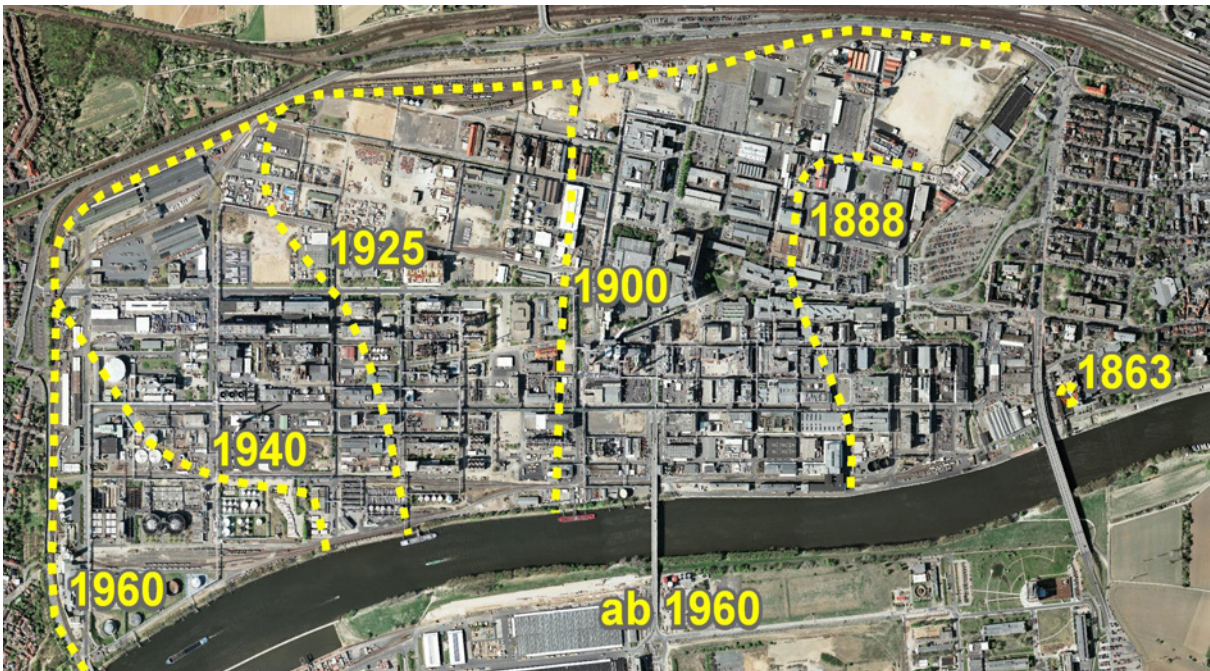


Abb. 2: Werksentwicklung Nordteil 1863–1960 (Quelle: Bildarchiv InfraserV Höchst).



Abb. 3: Entstehung von Auffüllungen im nördlichen Industriepark Höchst, ca. 1922–1925 (Quelle: Bildarchiv InfraserV Höchst).

Abb. 3 liefert einen Eindruck der praktischen Umsetzung sowie der Mächtigkeit der Verfüllung: Die mit Kalk, Sand und stellenweise Bauschutt stabilisierten Produktionsrückstände wurden mittels Lorenbahnen an die Abkippkanten gefahren und abgelagert. Dabei sind Mächtigkeiten anthropogener Auffüllungen von rd. 4 bis 6 m entstanden.

Im Ergebnis liegen unterhalb der Betriebe und Anlagen im Nordteil des Industrieparks Höchst rd. 20 Mio. Tonnen Auffüllung, mit standortspezifischen Belastungen im Boden und Grundwasser. Die relevanten Parameter spiegeln die Produktionshistorie des Standortes wider. Die Heterogenität des Untergrundes ist dabei in der Regel verknüpft mit jener des

Auftretens verschiedener Schadstoffgruppen. Ein 1:1 Zusammenhang zwischen dem Belastungsbild und der Produktionshistorie des jeweiligen Areals ist aus diesem Grund nur in seltenen Einzelfällen herstellbar.

2.2 Öffentlich-rechtlicher Rahmen

Um eine reibungslose und verlässliche Standortentwicklung weiterhin zu gewährleisten, bedarf dieser Sachverhalt sowohl öffentlich-rechtlich als auch privatrechtlich klarer Leitplanken. Basierend auf das BBodSchG nebst BBodSchV wurden für den Industriepark Höchst durch das zuständige Regierungspräsidium Darmstadt insgesamt drei Bescheide erlassen, welche die öffentlich-rechtlichen Rahmenbedingungen abdecken:

1. Rahmenbescheid „*Grundwassersanierung*“, welcher die Maßnahmen enthält, die sicherstellen, dass keine Belastung aus dem Bereich des IPH nach außen gelangen kann,
2. Rahmenbescheid „*Untergrunduntersuchungen zur Gefährdungsabschätzung*“, durch welchen das Vorgehen bei Untersuchungen im Rahmen geplanter Baumaßnahmen geregelt wird und
3. Rahmenbescheid „*Bodenluft*“, in dem die Randbedingungen des Betriebes der Bodenluft-Sanierungsanlagen abgebildet sind.

Die beiden Abbildungen 4 und 5 verdeutlichen den hohen Erkundungsgrad sowie – anhand einer Prinzipskizze – die Grundzüge der hydraulischen Sicherungsmaßnahmen am Industriepark Höchst.

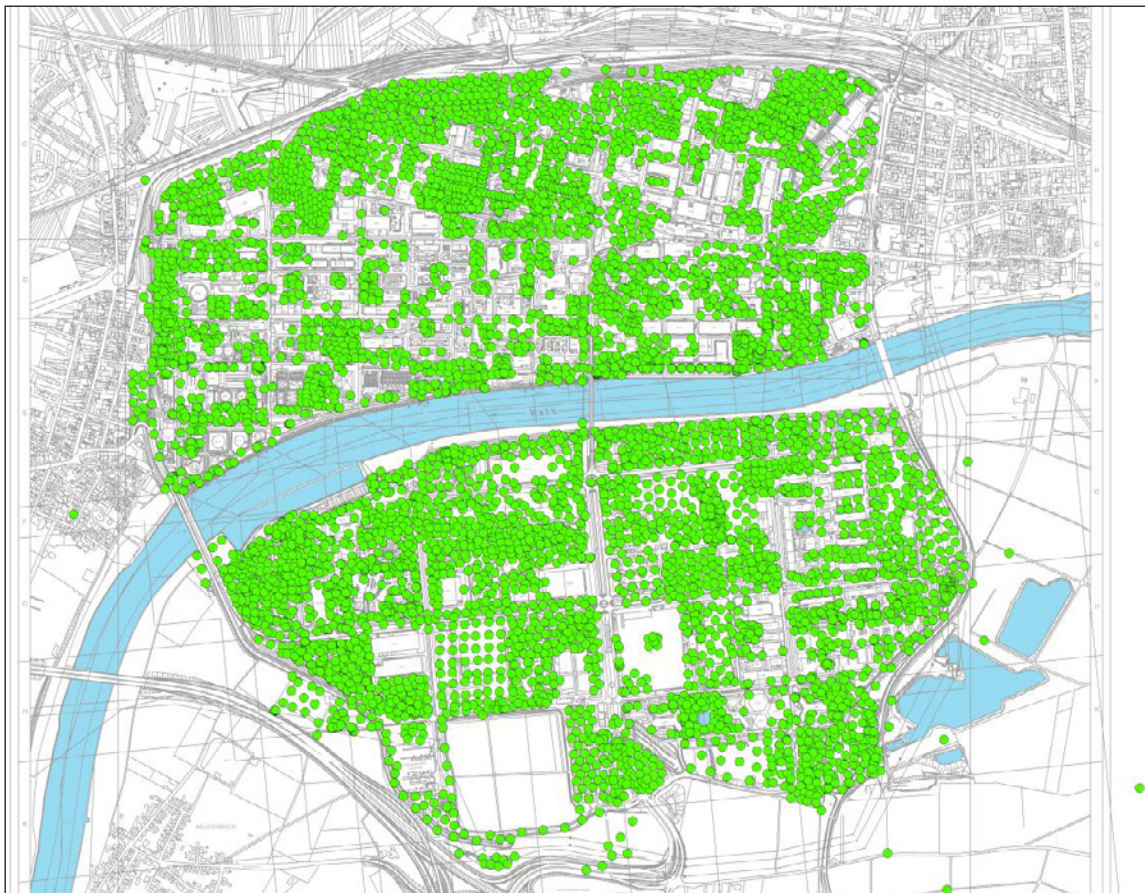


Abb. 4: Der Belastungszustand im Untergrund ist aus mehr als 6 000 Bodenuntersuchungen gut erkundet (Quelle: AltIS, InfraserV Höchst).

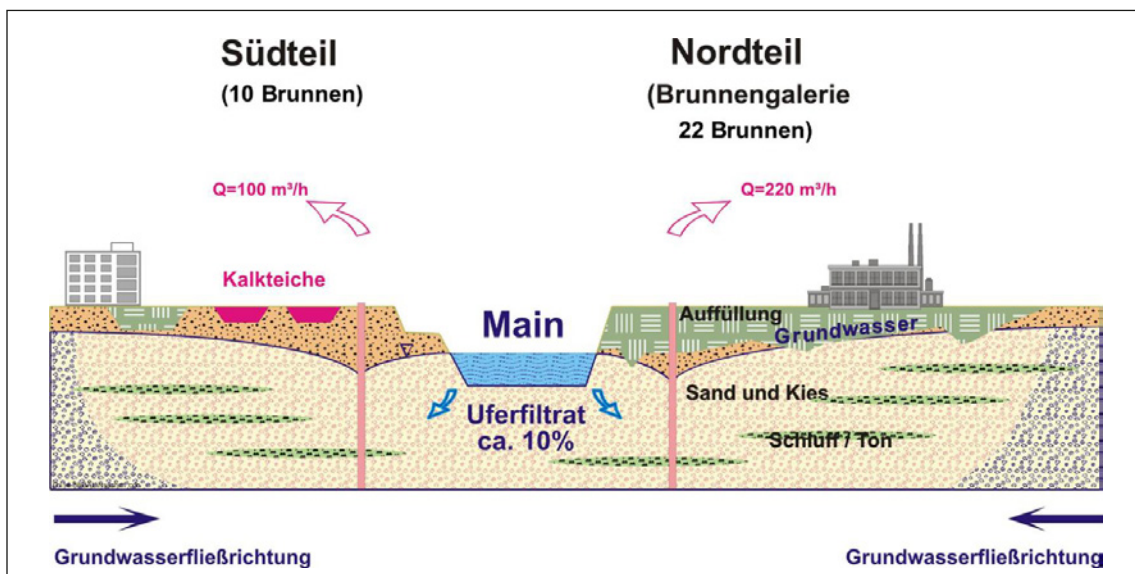


Abb. 5: Mittels 32 Sanierungsbrunnen werden rd. $320 \text{ m}^3/\text{h}$ Grundwasser gefördert und anschließend gereinigt (Quelle: AltIS, InfraserV Höchst).

Diese Vorgehensweise stellt sowohl im Sinne des Boden- und Gewässerschutzes und der Nachbarn sicher, dass keine Belastungen aus dem Industriepark nach außen dringen als auch im Sinne eines hochwertigen Informationsgrades für Betreiber, Investoren und Bodenschutzbehörde eine detaillierte Kenntnis der Belastungssituation im Industriepark Höchst.

Die privatrechtliche Freistellung eines Investors geschieht mittels Regelungen im jeweiligen Pachtvertrag. Die ISH stellt als Betreiberin des Standortes die Pächter frei bezüglich der Verantwortung der Sanierung historischer Belastungen. Jeder neue Pächter ist im Gegenzug dafür verantwortlich, etwaige neue Belastungen des Bodens und des Grundwassers zu verhindern – und falls sie dennoch auftreten sollten – zu sanieren.

Die oben beschriebenen Regelungen erinnern sehr an den Grundgedanken des AZB! In Abweichung da-

von wird im Industriepark Höchst die Detailstufe der Erkundung der Untergrundbelastungen in Abhängigkeit der vorliegenden Belastung durchgeführt. Im Klartext: Falls das Pachtgrundstück auf einer unbelasteten Fläche liegt, wird beiderseits mehr Wert auf eine stoffspezifische Untersuchung gelegt, als in hoch belasteten Arealen.

Daher kann man auf der einen Seite erwarten, dass durch die Einführung des AZB keine wesentlichen Änderungen zur bestehenden Praxis auftreten und niemand im Rahmen seiner Investitionen größere Bedenken haben muss. Auf der anderen Seite liegt der Teufel mal wieder im Detail: Da einige der oben aufgeführten und in Deutschland etablierten Standards nicht berücksichtigt werden, wird die Einführung des AZB doch von einer gewissen Verunsicherung begleitet, die jedoch, aus der Sicht des Autors, recht einfach behoben werden könnte.

3 Ausgangszustandsbericht am Standort

Bei der Erstellung eines AZB sind folgende relevanten Punkte zu betrachten:

- Eingrenzung des Anlagengrundstücks
- Wo werden Untersuchungspunkte festgelegt (Boden/Grundwasser)?
- Ist eine Berücksichtigung der VAWS-Flächen möglich?
- Werden „gefährliche Stoffe“ i. S. der IED gehandhabt?
- Falls ja, werden sie in „relevanten Mengen“ gehandhabt?

- Sind die Stoffe boden- und grundwasserrelevant?
- Welches Monitoring-Konzept kann angewandt werden?

3.1 Abgrenzung des Anlagengrundstücks

Über den Begriff des „Anlagengrundstücks“ besteht weitgehend Einigkeit. Es sind lediglich jene Bereiche zu untersuchen, in denen auch die Gefahr einer Boden- und Grundwasserunreinigung möglich ist. Etwaige Sozialräume, Parks, Wasch- und Badehäuser oder Parkplätze innerhalb des Antragsgebietes sind nicht zu untersuchen. Einer der noch unklaren Aspekte, die zur Verunsicherung beitragen, ist die Auswirkung auf Betriebslaboratorien, die innerhalb der Anlage platziert sind. Hier werden im Zweifel „relevante gefährliche Stoffe“ oberhalb der geplanten Mengenschwelle verwendet. Die Platzierung innerhalb der Anlage ist alleine logistisch und prozesstechnisch bedeutsam. Sie könnten genauso außerhalb der eigentlichen Anlage platziert sein oder sogar ausgelagert sein. Im letzteren Fall würde auch niemand auf die verwegene Idee kommen, ein beliebiges Auftragslabor als IED-Anlage zu betrachten. Betriebslaboratorien müssen demnach außerhalb des Berichtsrahmens eines AZB bleiben!



3.2 Erkundungen

Bezüglich der **Platzierung von Erkundungen** bzw. Untersuchungsloktionen können 2 Fälle unterschieden werden: Untersuchungen die im Rahmen des Neubaus einer Anlage anfallen sowie jene, die im Rahmen eines Änderungsantrages einer Bestandsanlage gefordert werden.

Bei einer **Neubebauung** sind Erkundungen in der Regel schon aus baustatischer Sicht erforderlich, etwa durch Schürfe oder Bohrungen. Diese liegen dann alleine aufgrund der Aufgabenstellung des Geotechnikers oder Statikers an jenen Stellen, an denen ein Tank oder Betriebsteil neu errichtet wird. Gesonderte Erkundungen sind in der Regel nicht erforderlich. In den großen Industrieparks, wie dem Industriepark Höchst, ist es zudem gängige Praxis, die Dichte der erwarteten Erkundungen unabhängig von der Art der Baumaßnahme in öffentlich-rechtlichen Verträgen oder Bescheiden festzulegen. Ein Hinweis auf diese Regelungen würde im Leitfaden zum AZB allen Betreibern großer Standorte signalisieren, dass behördlicherseits weiterhin „mit einer Stimme gesprochen wird“ und diese in mühevoller Detailarbeit abgestimmten Regeln nicht plötzlich irrelevant sind.

Bei **Erkundungen im Bestand** sollten etwaige Bohrpunkte natürlich an sinnvollen Stellen platziert werden. Wenn man sich jedoch die Gründung moderner BImSchG-Anlagen in ihrer Entstehung ansieht, wird schnell klar, dass eine Durchörterung oft weder sinnvoll noch praktikabel ist. Die Abbildung 6 verdeutlicht dies in einer ein-



Abb. 6: Hochmoderne BImSchG-Anlagen bieten bereits baulich eine hohe Sicherheit gegen unerwünschte Emissionen (Bildquelle: BImSchG-Anlage im Industriepark Höchst).

drucksvollen Art und Weise. Es gibt kein wirklich gutes Argument dafür, die links im Bau befindliche Tasse zu durchhörtern!

Auf Basis des geplanten LABO-Leitfadens wären hier vier Möglichkeiten gegeben den Ausgangszustand zu erkunden:

- Die Betrachtung einer Referenzfläche
- Die Annahme, dass unterhalb der Anlage bisher keine Verunreinigungen mit den „relevanten gefährlichen“ Stoffen vorgekommen sind
- Eine Differenzbetrachtung der Grundwasserqualität im Zu- und Abstrom und
- Mittels Schrägbohrungen unterhalb der Bodenplatte

Letztere scheidet im Industriepark Höchst – genauso wie sicherlich in den meisten anderen großen Industrie- und Gewerbeparks – aus. Der Grund: In direkter Nähe sowie unterhalb der Betriebe verläuft ein oft dichtes Netz an Medienleitungen sowie unterschiedliche Kanäle. Schrägbohrungen sind auf unbelegten Flächen sicherlich ein Mittel der Wahl, bergen jedoch in einem im Untergrund so dicht belegten Areal ein unnötig hohes Risiko, welches in keinem Verhältnis zur daraus gewonnenen Erkenntnis stehen würde.

Die drei erstgenannten Fälle haben ihre Vor- und Nachteile: Ersterer (Referenzfläche) hat seine Daseinsberechtigung auf gleichmäßig belasteten Standorten, auf denen von einer etwa homogenen Verteilung etwaiger Belastungen auszugehen ist. Der Nachteil liegt auf der Hand: Bei heterogenen Belastungen ist es eine Art Lotteriespiel mit der Rückbauverpflichtung, die – ganz unabhängig von der öffentlich-rechtlichen Seite – mit den Compliance-Richtlinien des jeweiligen Unternehmens einhergehen muss! Zudem kann eine solche Fläche selbstverständlich keine Hinweise auf etwaige, zwischenzeitliche Verunreinigungen geben.

Die zweite sich bietende Möglichkeit, die Bestimmungsgrenze als Referenzwert anzunehmen, hat ihre Vorteile, wenn etwa ein neuer Stoff den Weg aus dem Technikum in die Produktion findet und die Wahrscheinlichkeit vernachlässigbar gering ist, diesen im Untergrund zu finden. Der Nachteil dieser Methode ist ebenfalls augenfällig: Bereits sehr niedrige unerkannte Vorbelastungen ziehen eine mögliche Rückführungspflicht nach sich.

Hinzu kommt, dass die Höhe der Nachweis- und Bestimmungsgrenze einzelner Parameter im Labor von verschiedenen Faktoren abhängt. So wird es etwa für ein und denselben Parameter in zwei verschiedenen Proben unterschiedliche Nachweis- und Bestimmungsgrenzen geben, wenn die beiden Proben mit unterschiedlichen anderen Substanzen und dazu noch in unterschiedlicher Höhe verunreinigt sind (Matrixeffekt).

Die Betrachtung des Grundwasserzustandes im Zu- und Abstrom der Anlage bildet zum einen das innerhalb der gesättigten Zone liegende Schadstoffpotenzial ab. Zum anderen ist eine solche Betrachtung natürlich vom ursprünglichen Versiegelungsgrad des Areals geprägt.

Die Eröffnung dieser Möglichkeiten ist aber für sich gesehen ein sehr positiver und pragmatischer Schritt, der aus der Sicht eines Standortbetreibers zu begrüßen ist.

3.3 Umgang mit VAWS-Flächen

Das Thema **Umgang mit VAWS-Flächen** bei Bestandsanlagen ist bei der Bewertung dessen, ob ein AZB erstellt werden muss und bei der Frage, welchen Aufwand und welche Detailtiefe angewandt werden soll essenziell. VAWS-Flächen sind nicht generell von der Untersuchungspflicht befreit. Folgende Randbedingungen gelten in diesem Zusammenhang:

§ 10 Abs. 1a BImSchG (neue Fassung): kein AZB wenn „[...] auf Grund der tatsächlichen Umstände ein Eintrag **ausgeschlossen** werden kann [...]“

§ 62 WHG fordert hingegen, dass „[...] eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern **nicht zu besorgen** ist.“

Die Arbeitshilfe weist auf die Möglichkeit hin, „[...] die Zulassungsbehörde, z. B. anhand einer *gutachterlichen Betrachtung der Schutzvorrichtungen seiner Anlage, nachvollziehbar davon zu überzeugen, dass Einträge relevanter gefährlicher Stoffe während der gesamten Betriebsdauer seiner Anlage ausgeschlossen sind i.S.d. § 10 Absatz 1a S. 2 BImSchG.*“ (Auszug aus [1]). Diese Regelung kann aus der Sicht eines Standortbetreibers nur begrüßt werden, da sie einen pragmatischen und für alle Beteiligten gangbaren Weg aufgreift, die sehr hohen Investitionen in

die VAWS-Flächen auch bei einer Risikobewertung zu berücksichtigen!

Eines gerät an dieser Stelle der Diskussion nämlich etwas auch Acht: VAWS-Flächen gibt es nur zum Schutz des Bodens und des Grundwassers! Nun führte die zu Beginn des Entscheidungsprozesses über die Berücksichtigung der VAWS Flächen geführte Argumentation genau in die entgegengesetzte Richtung: VAWS-Flächen alleine reichen nicht aus, es sei denn, ein Eintrag in den Boden oder ins Grundwasser sei „ausgeschlossen“. Es handelt sich um einen klassischen Kurzschluss: Im Wasserhaushaltsgesetz – welches u. a. den Schutz des Grundwassers, als Teil des Wasserkreislaufes zum Ziel hat – sind Regelungen getroffen, die zur Verhinderung von Emissionen in den Untergrund bauliche Voraussetzungen fordern, die lediglich unter Aufwendung erheblicher Mehrkosten zu realisieren sind (mindestens Faktor 2). Gerade diese sollten in der Praxis der IED nun nicht ausreichen, um einen potenziellen Eintrag auszuschließen!

Die in der aktuell verabschiedeten Fassung konkretisierte Dokumentationsmöglichkeit – etwa durch eine gutachterliche Betrachtung der Schutzvorrichtungen – schließt nun diese ursprünglich vorhandene Lücke.

3.4 Relevanzprüfung der eingesetzten Stoffe

Ob die in der betroffenen Anlage genutzten **Stoffe gefährlich im Sinne der IED** sind, entscheidet – ganz pragmatisch – der Eintrag in der CLP-Verordnung.

Im 2. Schritt ist die **Prüfung der Relevanz der eingesetzten Stoffe** durchzuführen. Bei diesem Schritt wird ein 1 : 1 Zusammenhang zwischen der Wassergefährlichkeit eines Stoffes (WGK-Klasse) und der Boden- und Grundwasserrelevanz hergestellt. Zudem sollen CLP-Stoffe, die nicht wassergefährdend sind, auf ihre Bodengefährdung hin geprüft werden.

Diese sehr selbstverständlich klingenden Formulierungen enthalten aber auch mögliche Tücken: So basiert die Wassergefährdungsklasse auf die Auswirkung des Stoffes im aquatischen Milieu. Während die Bewertung eines Stoffes wie Monochlorbenzol tatsächlich eine solche Parallelität zulässt, gilt dies für viele

andere Stoffe nicht. Bleichlauge ist beispielsweise ein WGK2-Stoff, dessen Eintrag in einen Vorfluter im Zweifel einen ökologischen Schaden hervorrufen würde. Ein kleinvolumiger Austritt und die Passage von 5 m ungesättigter Zone unterhalb einer Anlage würden hingegen nur schwer bis gar nicht nachweisbar sein. Die Möglichkeit einer solchen Kontrolle – etwa über den Feststoff-pH-Wert unterhalb einer Anlage – ist nicht nur naturwissenschaftlich sehr schnell ins Wanken zu bringen, sondern hilft zudem mit hoher Wahrscheinlichkeit auch bei einer späteren gerichtsfest durchzusetzenden Pflicht zur Rückführung nicht weiter.

Die Anforderung alle Stoffe, die nicht wassergefährdend sind auf ihre Bodengefährdung hin zu prüfen ist zudem ein sehr theoretischer Ansatz. Hier würde die Bewertung der Substanzen in Abhängigkeit ihrer Eigenschaften in Bezug auf eine Verlagerungsmöglichkeit in den Boden sicherlich ausreichen. So spielt sicherlich der Aggregatzustand eine entscheidende Rolle: Ein Kunststoff-Vorprodukt etwa kann als Feststoff gelagert und verladen werden. Im Brandfall kann er aber gelöst und potenziell in den Untergrund verlagert werden. Ein solcher Stoff muss schon alleine deswegen nicht zwingend mit betrachtet werden, weil bei der Erstellung des AZB vom bestimmungsgemäßen Betrieb auszugehen ist. Auf die Auswirkung von Notfällen – etwa als Betriebsstörungen mit Stoffaustritten – kann der AZB alleine schon aufgrund der Vielzahl denkbarer Störungen nicht eingehen. Darüber hinaus müssen entsprechende Betriebsstörungen einer BImSchG-Anlage jeweils direkt der Behörde angezeigt werden, die dann Maßnahmen im Einzelfall festlegen wird. Die VAWS regelt bereits den Austritt nicht unerheblicher Stoffmengen sowie die Meldung an die Behörde.

Ein Lösungsvorschlag wäre auch, nach dem Durchlaufen der ersten beiden Filter die Möglichkeit zu beleuchten, die einzelnen Substanzen als Indikator für eine spätere Zusatzbelastung zu nutzen. Falls dies nicht möglich erscheint, muss der Stoff auch nicht in einem AZB aufgenommen werden. Diesem Aspekt wird auch in [1] im Kap. 2.5.1. Rechnung getragen, in dem darauf verwiesen wird, dass ein AZB geeignet sein muss, „...als Grundlage für den Vergleich mit dem Zustand nach Betriebseinstellung nach § 5 Abs. 4 BImSchG und letztendlich die Rückführungspflicht dienen zu können.“.

Der nächste Filter ist der **Mengenfilter**, welcher bis dato den größten Diskussionsbedarf erzeugt hat. Der Vorschlag der LABO ist an die WGK-Klassen angelehnt:

- WGK3 \geq 10 kg/a oder 1
- WKK 2 \geq 100 kg/a oder 1
- WGK1 \geq 1 000 kg/a oder 1

Während die Verbindung der Mengen zu WGK-Klassen positiv zu werten ist, stellen die Mengenschwellen den Hauptdissens dar. Selbstverständlich sind WKG 3-Stoffe wassergefährdend und können zweifelsfrei eine Boden- und Grundwasserverunreinigung hervorrufen. Aber angesichts der Genehmigungsanforderungen an die Lagerung und Nutzung solcher Stoffe, auf die ich weiter oben eingegangen bin, sind etwa aus der Sicht eines Betriebes in der chemischen Industrie die genannten Mengen nicht der Rede wert! Die Abbildung 7 gibt beispielhaft die gelagerten Stoffe eines Betriebes im Industriepark Höchst wieder und verdeutlicht recht gut die Akzeptanzschwierigkeiten, die die vorgeschlagenen Mengenschwellen in der chemischen Industrie auslösen.

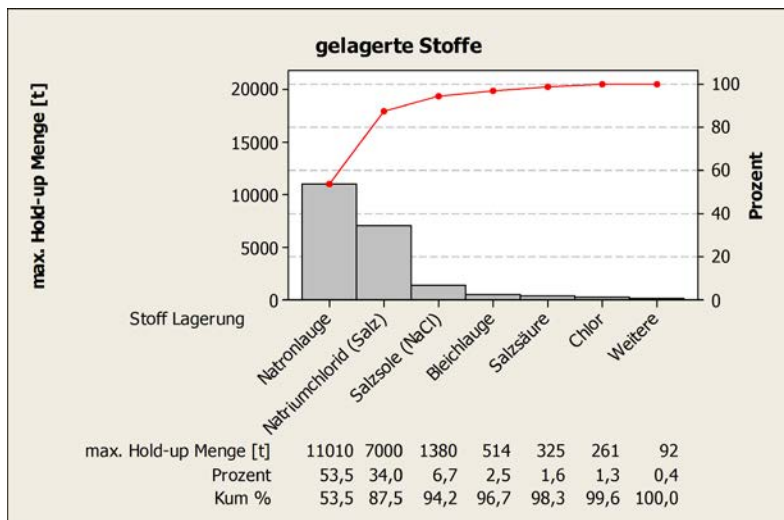


Abb. 7: Hold-up Mengen einer beispielhaft ausgewählten Anlage im Industriepark Höchst.

Die Produktion in der beispielhaften Anlage basiert zu 99,6% auf die dargestellten 6 Stoffe. Die Wahrscheinlichkeit des unerkannten Austrittes eines unter „Weitere“ subsummierten Stoffes bei einem bestimmungsgemäßen Betrieb aller anderen genutzten

Substanzen ist alleine aufgrund der Mengenzahl mehr als unwahrscheinlich – dennoch umfasst diese Gruppe 92 000 kg unterschiedlicher Stoffe. Bei Betrachtung ersterer 6 Parameter werden aber mit nur 1–2 Leitparametern 96,6% der gehandhabten Stoffe abgebildet.

Eine Alternative ist sicherlich die Einzelfallentscheidung, in welcher der Fokus der Betrachtung aus umwelthygienischer Sicht auf die 99,6% der Parameter gelegt werden kann.

Eine weitere Lösungsalternative bietet der Vorschlag des Verbandes der chemischen Industrie (VCI), welcher 1:1 die Übernahme der Regelungen für VAWS-Flächen anregt. Der große Vorteil der vom VCI vorgeschlagenen VAWS-Regelung wäre die bereits sehr breit vorhandene Kenntnis dieser Einstufungsregulierungen in den Betrieben und die Verhinderung der Einführung neuer, redundanter Vorgaben.

Am Ende einer Flächenbewertung innerhalb eines AZB steht der Vorschlag zum **Monitoring**. In der IED sind dabei 2 Aspekte festgelegt: Eine Überprüfung des Grundwasserzustandes alle 5 Jahre und jenes im Boden alle 10 Jahre, es sei denn, es wird durch eine *systematische Kontrolle des Verschmutzungsrisikos* [...] (Zitat aus der Verordnung) sichergestellt, dass keine Verlagerungen von Schadstoffen in den Boden oder das Grundwasser erfolgt ist. Unter Berücksichtigung aller weiter oben aufgeführten Aspekte sollte auf einem Standort wie dem Industriepark Höchst eher die Möglichkeit der „systematischen Kontrolle des Verschmutzungsrisikos“ beherzigt werden. Dies kann aus einer Kombination aus Grundwassermonitoring und anlagenspezifischen Angaben, wie Begehungs- oder Prüfungsberichten, geschehen. Bodenuntersuchungen in einem 5-jährigen Zyklus bringen auf solchen Standort keinerlei Erkenntnisse, zumal sie unter den oben beschriebenen Umständen beliebig schwierig durchzuführen sind.

4 Zusammenfassung

Der Ausgangszustandsbericht nach IED ist ab Januar 2014 für alle IED-Anlagen Teil des Genehmigungsantrages. Für Betreiber großer Industrieparks, wie dem Industriepark Höchst, ist der Ansatz des vergleichenden Flächenzustandes nichts grundlegend Neues. Sie nutzen bereits seit etlichen Jahren dieses Vorgehen zur Abgrenzung von Sanierungspflichten beim Verpachten von Flächen. Historische Recherchen und Flächenbewertungen können mit Hilfe geographischer Informationssysteme und Analytik-Datenbanken abgerufen werden.

Der AZB nach IED greift diese Vorgehensweise im Grunde auf, enthält aber einige klärungswürdige Aspekte. Die Frage des Betrachtungsareals ist recht einfach zu treffen und ist im Übrigen für alle, die Altlastenbewertungen und historische Recherchen durchgeführt haben, ein übliches Vorgehen. Bei Neuanlagen stellt sich die Frage der Platzierung von Erkundungen meist nicht – Bohrungen sind oft alleine aus bautechnischer Sicht erforderlich. Im Bestand müssen bei der Frage der Notwendigkeit von Erkundungen die VAWS Flächen berücksichtigt werden. Diese Investitionen des Anlagenbetreibers dürfen nicht unberücksichtigt bleiben – erst recht darf kein Medienbruch zwischen dem Gewässerschutz und dem Bodenschutz entstehen, der nicht nur eine investitionshemmende Unsicherheit auslösen würde, sondern ganz allgemein keinen erklärbaren Hintergrund hätte!

Bei der Auswahl der gefährlichen, relevanten Stoffe ist ein früher Austausch zwischen Anlagenbetreiber

und Behörde ratsam. Im Fokus muss dabei sowohl die Möglichkeit der Boden- und Grundwasserbelastung stehen als auch die Nutzung der Parameter für eine spätere etwaige Rückführungspflicht.

Bezüglich der Mengenrelevanz ist die Anlehnung an die VAWS zu begrüßen, insbesondere für Betriebe der chemischen Industrie sind die avisierten Mengenschwellen jedoch viel zu niedrig. Einer Einbeziehung von Stoffen, die zwar oberhalb der angegebenen Mengenschwellen liegen, aber weniger als 1 % der eingesetzten Mengen ausmachen, muss im Einzelfall argumentativ begegnet werden können. Hilfreich wäre an dieser Stelle entweder die Nutzung der bereits existierenden Mengenschwellen in der VAWS oder eine Einzelfallbetrachtung nach dem Pareto-Prinzip.

Bezüglich des Monitorings bietet die systematische Kontrolle über das Grundwasser, verbunden mit den Ergebnissen der Messungen und Begehungen der Anlagen eine sehr gute Alternative zu den 10-jährigen Bodenuntersuchungen im Betrieb. Feststoffuntersuchungen beinhalten zudem hohe Unsicherheiten durch die Streubreite bei heterogen aufgebauten Standorten.

Der Umfang der Probenahme sowie die Auswirkungen der Ergebnisse im Sinne einer möglichen Rückführungspflicht sollten dort, wo diese existieren, an öffentlich-rechtliche Verträge oder Bescheide sowie an der individuellen Standortcharakteristik angelehnt werden.

Literatur

- [1] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) in Zusammenarbeit mit der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser, 07.08.2013

Verfahrenspraktische Änderungen im Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG nach Umsetzung der Industrieemissions-Richtlinie

HANNA JORDAN

1 Einleitung

Die Umsetzung der Industrieemissions-Richtlinie, der Richtlinie 2010/75/EU [1] in deutsches Recht erfolgte mit einem Gesetz [2] und zwei Umsetzungsverordnungen [3, 4]. Der sehr weitreichende Zuschnitt der EU-Richtlinie im Gegensatz zur Behandlung dieser Themen im deutschen Recht führte dazu,

dass eine Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen auf die EU-Vorgaben angepasst werden musste. Hier sollen lediglich die wesentlichen verfahrenspraktischen Auswirkungen dieser Änderungen auf das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren beleuchtet werden.

2 Genehmigungsbedürftige Anlagen (Änderungen der 4. BImSchV)

Ansatzpunkt eines Genehmigungsverfahrens nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG [5] ist die ‚genehmigungsbedürftige Anlage‘, so dass ein Blick auf die neu gefasste 4. BImSchV, die Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen [8], an den Anfang gestellt sei.

Zwar ist die Begriffsbestimmung für ‚Anlagen nach dem BImSchG‘ unverändert geblieben (§ 3 Abs. 5 BImSchG), jedoch werden die ‚**Anlagen nach Industrieemissions-Richtlinie**‘ als neuer Typus eingeführt (§ 3 Abs. 8 BImSchG und § 3 der 4. BImSchV). Gekennzeichnet werden diese ‚Anlagen nach IE-Richtlinie‘ nicht nur unter Verweis auf die EU-Richtlinie selbst, sie werden in der 4. BImSchV explizit aufgeführt und durch den Buchstaben ‚E‘ in Spalte d des Anhangs 1 zur 4. BImSchV unmissverständlich gekennzeichnet.

Weiterhin wird eine Untergruppe von Anlagen nach IE-Richtlinie als Kategorie definiert, es sind dies Anlagen, in denen Zukunftstechniken, wie sie in den BVT-Merkblättern [10] beschrieben werden, ein gleiches oder höheres allgemeines Umweltschutzniveau

bieten können (§ 3 Abs. 6e BImSchG). Diesen Anlagen können für einen bestimmten Zeitraum Sonderkonditionen (Probezeit, Emissionsbegrenzungen) eingeräumt werden (§ 7 Abs. 1b BImSchG, § 12 Abs. 1b Nr. 2. BImSchG, § 17 Abs. 2b Nr. 2. BImSchG, § 48 Abs. 1b BImSchG).

Zunächst wird im Anhang 1 die Unterscheidung der Anlagen, die dem öffentlichen bzw. dem vereinfachten Verfahren unterliegen, nicht mehr mit der bisherigen Spaltenzuordnung getroffen (Spalte 1 bzw. Spalte 2), sondern es wird, ähnlich wie im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung – UVPG [14], jeder Anlagenart eine eigene Zeile mit einer eigenen Anlagen-Unternummer gewidmet, wobei ein Kennbuchstabe die Verfahrensart vorgibt (**G** = Genehmigungsverfahren mit bzw. **V** = vereinfachtes Verfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung).

Für eine Auswahl an Lageranlagen wurde eine ergänzende Darstellungssystematik gewählt: Aus der Gruppe der Lageranlagen wurden die Läger nach den bisherigen Nummern 9.3–9.8 und 9.12–9.35 in einen neuen Anhang 2 ausgegliedert, was nun

die Kennzeichnung einer solchen Anlage etwas umständlicher werden lässt: War bislang ein im öffentlichen Verfahren zu genehmigendes Chlor-Lager als ‚Lager nach Nr. 9.4, Spalte 1 nach Anhang 1 der 4. BImSchV‘ zu bezeichnen – wird es nun als ‚Lager nach Nr. 9.3.1 Anhang 1 i. V. m. Nr. 2 des Anhangs 2 der 4. BImSchV‘ anzusprechen sein.

Neben diesen eher sortiertechnischen Abweichungen wurden auch inhaltliche Änderungen und Ergänzungen vorgenommen, die vielfach der Umsetzung der IE-Richtlinie dienen, partiell Angleichungen an Vorhabencharakterisierungen im UVPG darstellen, oft aber auch eigenständiger Natur sind. Einige der Änderungen betreffen die die Verfahrensart steuernden **Mengenschwellen**. So sind zum Beispiel in Nr. 10.1 des Anhangs 1, bei den Anlagen zum Umgang mit Explosivstoffen, die Mengenschwellen entfallen, womit jede Anlage der beschriebenen Art ungeachtet der Mengen nunmehr im öffentlichen Verfahren zu genehmigen sein wird. Oder es ändert sich (auch) die **Bezugseinheit** wie z. B. bei den Kompostanlagen (Nr. 8.5), die nun ab 10 Tonnen je Tag gegenüber vorher ab 3000 Tonnen je Jahr genehmigungsbedürftig sind. Auch werden den Anlagencharakterisierungen ergänzende **Eigenschaften** zugeordnet, so beispielsweise bei den Windkraftanlagen (Nr. 1.6), wo neben der Anlagenhöhe nun ergänzend die Zahl der Windkraftanlagen verfahrensbestimmend wird. Neue **Anlagencharakterisierungen** führen in manchen Fällen dazu, dass Anlagentypen nicht mehr am gewohnten Platz zu finden sind, sondern in andere Abschnitte oder Anlagennummern gerückt sind. So sind zum Beispiel Anlagen zum Blähen von Ton von

Nr. 2.7 nach Nr. 2.10 ‚umgezogen‘. Ohne weiteres ist es auch möglich, dass sich unter der gewohnten Nummer jetzt eine ganz andere Anlage präsentiert, wie z. B. bei Nr. 9.3, der bislang Läger für Acrylnitril zugeordnet waren – nun die Gruppe der Läger nach der neuen Anlage 2 zur 4. BImSchV.

Besonders interessant sind neue **Anlagentypen** (die nicht alle ihre Existenz aus der IE-Richtlinie ableiten lassen). Neu sind z. B.

| | | |
|--------------|---|--------------------|
| Nr. 5.3: | Anlagen zur Holzkonservierung | (‚E‘-Anlage) |
| Nr. 5.12: | Herstellung von PVC-Folien | (keine ‚E‘-Anlage) |
| Nr. 6.4 | Herstellung von Holzpresslingen (z. B. Holzpellets ...) | (keine ‚E‘-Anlage) |
| Nr. 10.3: | Eigenständige Anlagen zur Behandlung von Abgasen ... | (‚E‘-Anlage) |
| Nr. 10.4: | Eigenständige CO ₂ -Abscheideanlagen | (‚E‘-Anlage) |
| Nr. 10.22.2: | Anlagen für mehr als 40 Entgasungen pro Jahr | (keine ‚E‘-Anlage) |

Allerdings kann sich ein vermeintlich neuer Anlagentyp auch als Ausgliederung aus einer oder mehreren bisherigen Anlagen-Nummern erweisen, so ist z. B. an die Stelle der bislang unbesetzten Nr. 1.16 eine neue Nr. 1.16 eingefügt worden für Anlagen zur Aufbereitung von Biogas, die jedoch nur aus der ‚alten‘ Nr. 1.15 b) in diese eigene Nummer verlagert wurde, wobei die Übereinstimmung nicht immer so einfach zu erkennen ist.

Die Beispiele mögen illustrieren, dass bei der Feststellung der Genehmigungsbedürftigkeit einer Anlage oder einzubeziehender Anlagenteile wie auch bei der Bestimmung der Verfahrensart die Anlagenbeschreibungen am besten wie Neuland betrachtet werden sollten.

3 Genehmigungsverfahren (Änderungen in § 10 BImSchG und der 9. BImSchV)

Auf die Änderungen im Genehmigungsverfahren wird hier gemäß der Abfolge der Verfahrensschritte eingegangen (siehe auch Abb. 1).

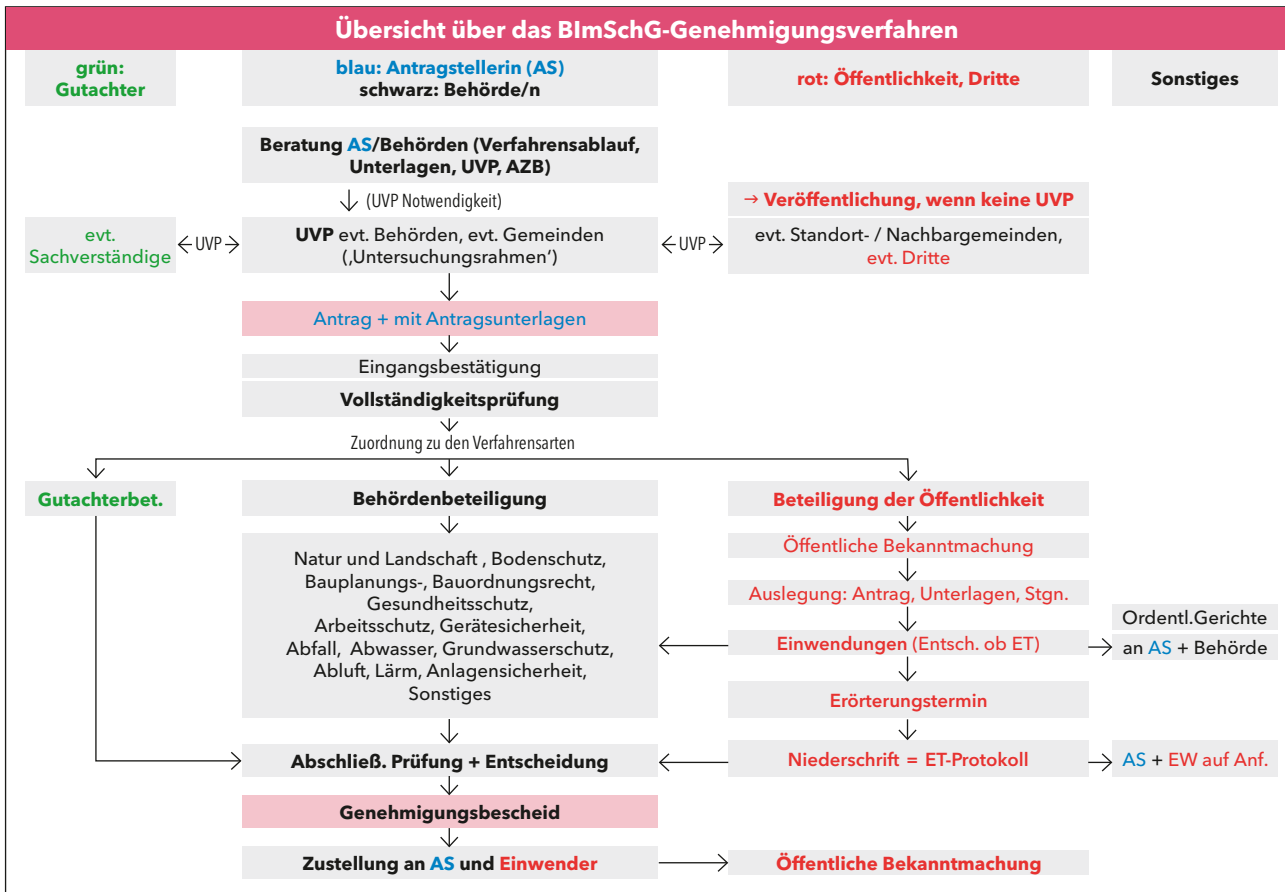


Abb. 1: Übersicht über das BImSchG-Genehmigungsverfahren.

3.1 Beratung der Antragsteller

Einen Schwerpunkt in der Beratung des Antragstellers wird sicher der für Anlagen nach IE-Richtlinie neu zu erstellende Ausgangszustandsbericht (AZB) bilden. Die Anfangsfrage, ob die Übergangsregelungen anwendbar sind, wird sich nach dem 7. Januar 2014, spätestens jedoch am 7. Juli 2015 erübrigen, wenn diese Möglichkeit auch für die Anlagen

ausläuft, die erstmals in der IE-Richtlinie vom EU-Gesetzgeber geregelt wurden, in der davor geltenden IVU-Richtlinie [12] jedoch noch nicht enthalten waren (§ 67Abs. 5 BImSchG, § 25 Abs. 2 der 9. BImSchV [9]).

Nachdem die LABO-Arbeitshilfe zur Erstellung eines Ausgangszustandsberichtes [13] fertig gestellt ist, kann auf sie als Orientierungsmaßstab verwie-

sen werden (Anhang 5 der Arbeitshilfe bietet auch eine Mustergliederung eines AZB). Gleichwohl sollte besonderer Wert darauf gelegt werden, frühzeitig die für Boden- und Grundwasserfragen zuständigen Fachbehörden einzubinden, um die Besonderheiten des jeweiligen Falles zu erkennen und um eventuelle Unklarheiten über Inhalt und Umfang des AZB rechtzeitig ausräumen zu können. Auch sollten die nach § 21 Abs. 2a der 9. BImSchV später im Genehmigungsbescheid festzulegenden Überwachungszeiträume für Boden und Grundwasser für die Fälle von Nummer 3 Buchstabe c. thematisiert werden, um sicherzustellen, dass der Antragsteller hierzu die notwendigen Informationen in den Antragsunterlagen bzw. dem AZB bereitstellt.

Da der AZB bis zum Beginn der Errichtung oder der Inbetriebnahme einer Anlage nachgereicht werden kann (§ 7 Abs. 1 der 9. BImSchV), ist darauf zu dringen, dass die notwendigen Abstimmungen spätestens bis zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen sein müssen, um nicht am Ende des Verfahrens in Verzug zu kommen (s. a. 3.7 Genehmigungsbescheid).

In jedem Fall sollte auf die im Internet hinterlegten Formulare für das BImSchG-Verfahren [6] verwiesen werden, die bereits sukzessive auf die neuen Anforderungen angepasst werden. Weitere Hilfestellung bietet das Verfahrenshandbuch für das Genehmigungsverfahren [7]. Es soll bis Ende des Jahres an die sich aus der Umsetzung der IE-Richtlinie ergebenden Änderungen angepasst sein.

3.2 Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Bei der Prüfung, ob in einem BImSchG-Verfahren eine UVP erforderlich ist, ist besonders auf die Änderungen im Anlagenzuschnitt bzw. in der Charakterisierung der Vorhaben in der Anlage 1 des UVPG [14] zu achten. Die Kriterien für die Vorprüfung des Einzelfalls im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung in Anlage 2 des UVPG haben keine Änderung erfahren.

3.3 Vollständigkeitsprüfung

Ausgangszustandsbericht (AZB)

Nach § 10 Abs. 1a BImSchG ist ein AZB für Anlagen nach der IE-Richtlinie vorzulegen, in denen relevante gefährliche Stoffe nach § 3 Abs. 9 und 10 BImSchG verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden, wenn und soweit eine Verschmutzung des Bodens und des Grundwassers möglich ist. Er muss die in § 4a Abs. 4 der 9. BImSchV genannten Inhalte aufweisen und kann auf Teile des Anlagengrundstücks beschränkt werden, für die die Voraussetzungen zutreffen.

Anhand der Überprüfung der der Anlage zuzurechnenden Anlagenteile und Nebenanlagen und der Kontrolle, ob alle in der Anlage verwendeten, erzeugten oder freigesetzten Stoffe nebst ihrer Menge und räumlichen Verteilung angegeben sind (z. B. werden Wärmeträgermedien leicht vergessen), sind Notwendigkeit und Umfang des AZB zu verifizieren. In der LABO-Arbeitshilfe [13] werden die Prüfschritte näher ausgeführt.

Hält der Antragsteller diese Voraussetzung für nicht erfüllt, so hat er die Gründe dafür plausibel darzulegen.

Sonstige ‚neue‘ Unterlagen

An neuen Informationen in den Antragsunterlagen werden Angaben zum maßgeblichen BVT-Merkblatt [10] benötigt, das ein Kriterium bei der Bestimmung des Standes der Technik darstellt (Nr. 13 in der Anlage zum BImSchG). In den im Internet hinterlegten Formularen für das BImSchG-Verfahren [6] ist hierfür ein Feld vorgesehen, so dass bereits bei Antragstellung daran erinnert wird.

Im Hinblick auf die später im Genehmigungsbescheid für Anlagen nach IE-Richtlinie abzuhandelnden neuen Inhalte nach § 21 Abs. 2a der 9. BImSchV sollte eingehend geprüft werden, ob hierzu genügend Informationen zu den Maßnahmen zur Überprüfung der Einhaltung von Grenzwerten, Messungen, Schutz-

und Überwachungsmaßnahmen für Emissionen, Boden, Grundwasser... in den Antragsunterlagen enthalten sind, um seitens der Behörde dieser neuen Verpflichtung nachkommen zu können.

Daneben sollte auch bezüglich der neuen Auskunftspflichten des Betreibers nach § 31 BImSchG (u. a. Jahresbericht zur Überprüfung der Einhaltung von Genehmigungsanforderungen) darauf geachtet werden, dass hierfür in den Unterlagen entsprechende Angaben enthalten sind.

Sollte die Festlegung weniger strenger Emissionsbegrenzungen beantragt werden (§ 21 Abs. 3a der 9. BImSchV), ist dies ausführlich zu begründen.

3.4 Zuordnung zu den Verfahrensarten

Wie bereits zuvor angedeutet, ist bei der Zuordnung zu den Verfahrensarten eine sorgfältige Kontrolle der neuen Anlagen- und Vorhabens-Charakterisierungen nach 4. BImSchV und UVPG äußerst wichtig. Von größtem Belang ist dabei sicher, die Fälle zu identifizieren, in denen erstmals die Schwelle zum öffentlichen Verfahren überschritten wird – sei es bei der Anlage selbst oder bei den zugehörigen Anlagenteilen oder Nebeneinrichtungen.

3.5 Behördenbeteiligung

Bei Anlagen nach der IE-Richtlinie sollte bei der Behördenbeteiligung vorsorglich auf die neu aufzunehmenden Angaben im Genehmigungsbescheid nach § 21 Abs. 2a der 9. BImSchV und die neuen Auskunftspflichten des Betreibers nach § 31 BImSchG hingewiesen werden, um damit sicherzustellen, dass auch von den beteiligten Behörden die genannten Aspekte (Boden, Grundwasser, Abfall, Messungen, Maßnahmen...) abgedeckt und ggf. näher bestimmt werden (vorzulegende ‚sonstige Daten‘).

Auch für Anlagen, die nicht der IE-Richtlinie unterliegen, ist bei Festlegung weniger strenger Emissionsbegrenzungen nach § 21 Abs. 3a der 9. BImSchV eine Begründung aufzunehmen; darauf sollten die Behörden rechtzeitig hingewiesen werden.

3.6 Beteiligung der Öffentlichkeit - Bekanntgabe des Vorhabens

Die Paragraphen, die die Bekanntmachung eines Vorhabens in der Öffentlichkeit beschreiben, haben keine Änderungen erfahren (§ 10 Abs. 2 bis Abs. 4, Abs. 6, 7 und 8 BImSchG, §8, §9, §10, §10a, § 12, §§ 14–19 der 9. BImSchV), lediglich bei der unter 3.8 abgehandelten Bekanntmachung der Entscheidung haben sich Änderungen für Anlagen nach IE-Richtlinie ergeben (§ 10 Abs. 8a BImSchG).

Sollte in der Erörterung des Vorhabens wegen eines fehlenden AZB die Vollständigkeit der Unterlagen in Zweifel gezogen werden, so kann auf § 7 Abs. 1 der 9. BImSchV verwiesen werden.

3.7 Genehmigungsbescheid

Ausgangszustandsbericht - AZB

Neu ist nach § 21 Abs. 1 der 9. BImSchV, dass der Bericht über den Ausgangszustand in den Bescheid aufzunehmen ist. Da er jedoch zu einem Zeitpunkt nach Bescheiderstellung noch nachgereicht werden kann, nach § 7 Abs. 1 der 9. BImSchV bis spätestens zur Inbetriebnahme der Anlage, soll durch eine Bedingung im Bescheid sichergestellt werden, dass er zu diesem Zeitpunkt in einer mit der Behörde abgestimmten Form vorliegt (Überarbeitungsentwurf des Verfahrenshandbuchs für das BImSchG-Verfahren).

Bei Zulassungen vorzeitigen Beginns nach § 8a BImSchG sollte durch Nebenbestimmung sichergestellt werden, dass vorzeitige Baumaßnahmen die Erstellung des Berichtes nicht behindern.

Pflichten bei Betriebseinstellung

Für Anlagen nach IE-Richtlinie gibt es nach § 5 Abs. 4 BImSchG die neue Pflicht, nach Betriebseinstellung Maßnahmen zu ergreifen, um evtl. verursachte erhebliche Boden- oder Grundwasserverschmutzungen in den durch den AZB dokumentierten Ausgangszustand zurückzuführen, soweit dies verhältnismäßig ist. Relevante Informationen zu diesen Maßnahmen hat die Behörde der Öffentlichkeit nach Separierung

von Betriebsgeheimnissen über das Internet bekannt zu machen.

Zur Erfüllung dieser neuen Rückführungspflicht sollte gefordert werden, dass mit der Stilllegungsanzeige nach § 15 Abs. 3 BImSchG ein ‚Stilllegungszustandsbericht‘ von Boden und Grundwasser vorzulegen ist, der so zu konzipieren ist, dass er den Vergleich mit dem AZB ermöglicht (wie in § 4a Abs. 4 der 9. BImSchV angelegt).

Festlegung von Emissionsbegrenzungen - BVT-Schlussfolgerungen

Bei der Festlegung von Emissionsbegrenzungen sollen nun ‚BVT-Aspekte‘ einen sehr viel höheren Stellenwert erhalten. Bislang wurde auf die von der EU erstellten **BVT-Merkblätter** [10] verwiesen, die die besten verfügbaren Techniken zu einem Anlagentyp oder zu anlagenübergreifenden Verfahrensschritten (z. B. Abluft- und Abwasserbehandlung) über alle Umweltmedien hinweg darstellen (§ 3 Abs. 6a BImSchG). Sie wurden als ein Kriterium bei der Bestimmung des Standes der Technik in Anhang 1 zum BImSchG aufgenommen.

Da den BVT-Merkblättern jedoch keine Emissionsgrenzwerte zu entnehmen sind, wurde von der EU ein neuer Dokumenttyp konzipiert, die **BVT-Schlussfolgerungen** [11], die u. a. Schlussfolgerungen in Bezug auf die mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte enthalten, die als Emissionsbandbreiten im Sinne des Gesetzes definiert sind (§ 3 Abs. 6b und 6c BImSchG). Für Anlagen nach IE-Richtlinie ist dann zu gewährleisten, dass nach jeder Veröffentlichung einer BVT-Schlussfolgerung bei der Festlegung von Emissionsgrenzwerten/Emissionswerten die Emissionen unter normalen Betriebsbedingungen die in den BVT-Schlussfolgerungen genannten Emissionsbandbreiten nicht überschreiten.

Handelt es sich um **Emissionsgrenzwerte nach einer Rechtsverordnung**, hat der Verordnungsgeber nach Veröffentlichung zu prüfen, ob die Werte der Verordnung dies gewährleisten. Ist es nicht der Fall, ist die Verordnung innerhalb eines Jahres anzupassen (§ 7 Abs. 1a BImSchG). Bis zur abgeschlossenen Anpassung gelten die bestehenden Emissionsgrenzwerte der jeweiligen Verordnung weiter.

Handelt es sich um **Emissionswerte nach einer Verwaltungsvorschrift**, werden zwei Fälle unterschieden (§ 12 Abs. 1a BImSchG):

- die Verwaltungsvorschrift sieht für die jeweilige Anlagenart keine Anforderung vor oder
- die Emissionswerte der Verwaltungsvorschrift entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik, wobei für beide Fälle bei der Festlegung von Emissionsbegrenzungen in der Genehmigung sicherzustellen ist, dass die Emissionen unter normalen Betriebsbedingungen die in den BVT-Schlussfolgerungen genannten Emissionsbandbreiten nicht überschreiten. Unverändert gilt jedoch für BImSchG-Anlagen die Pflicht, bei der Festlegung von Emissionsbegrenzungen den Stand der Technik einzuhalten.

Ob sich nach Veröffentlichung einer BVT-Schlussfolgerung der Stand der Technik gegenüber einer Verwaltungsvorschrift fortentwickelt hat, hat nach § 48 Abs. 1a Satz 2 BImSchG das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit binnen eines Jahres zu prüfen; ein Fortschreiten des Standes der Technik macht es im Bundesanzeiger bekannt.

Da ein Vergleich zwischen Emissionswerten eines BVT-Dokuments und den Emissionswerten nach Stand der Technik nach dem BImSchG wegen unterschiedlicher Randbedingungen in der Kürze der gegebenen Frist nicht einfach ist, war in der TA Luft bereits für die Anpassung an neue BVT-Merkblätter nach Nr. 5.1.1 Abs. 5 ein spezieller Anpassungsprozess entwickelt worden, der sogenannte TALA-Prozess. Für einen erkanntermaßen neuen Stand der Technik im Luftbereich (Verwendung von organischen Lösemitteln beim Lackieren von Flugzeugen und bei Staub in der Keramikindustrie) wurde er auch bereits exemplarisch vorexerziert: Im Bundesanzeiger wurde die Aufhebung der Bindungswirkung der TA Luft bekanntgegeben und auf der Internetseite der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) wurden neue Vorsorgeanforderungen eingestellt.

In der Genehmigungspraxis können auch hier bis zum Abschluss des TALA Prozesses die bisherigen Anforderungen weiter angesetzt werden.

Für die Fälle, in denen in Verwaltungsvorschriften keine Anforderungen vorgesehen sind, kann aber bereits jetzt ein Blick in die BVT-Dokumente hilfreich

sein, so z. B. für die Klärung spezieller Fragestellungen zur Gestaltung von Rückkühlwerken (BREF-Industrial Cooling Systems [10]).

Weniger strenge Emissionsbegrenzungen

Für die Einbindung neuer BVT-Schlussfolgerungen werden zwar Abweichungsmöglichkeiten eröffnet, teils in Form weniger strenger Emissions-(grenz-)werte, teils für die Fristen (§ 7 Abs. 1b, § 12 Abs. 1b, § 48 Abs. 1b BImSchG), allerdings unter erheblichem Folgeaufwand für Betreiber und Behörde. Wurden in Relation zu BVT-Schlussfolgerungen weniger strenge Emissionsbegrenzungen akzeptiert, sind sie im Bescheid aufzuführen und zu begründen (§ 21 Abs. 1 Nr. 3a der 9. BImSchV). Auf die späteren Erfordernisse bei der Überwachung von Anlagen nach IE-Richtlinie sollte durch Hinweise oder Nebenbestimmungen eingegangen werden, z. B. auf die BVT-vergleichbare Darstellung von Emissionsangaben (§ 31 Abs. 1 BImSchG; § 52 Abs. 1a und Abs. 1b BImSchG; § 21 Abs. 2a Nr. 2. Buchstabe b. der 9. BImSchV).

Inhalte nach § 21 Abs. 2a BImSchG der 9. BImSchV

Für Anlagen nach IE-Richtlinie muss der Genehmigungsbescheid nun nach § 21 Abs. 2a der 9. BImSchV weitergehende Angaben enthalten. So müssen Auflagen zum Schutz von Boden und Grundwasser sowie Maßnahmen zur Überwachung und Behandlung der erzeugten Abfälle enthalten sein. Es sind Regelungen für die Überprüfung der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte oder sonstiger Anforderungen aufzunehmen. Im Fall von Messungen sind Anforderungen an Messmethodik, -häufigkeit und Bewertungsverfahren zu bestimmen. Anforderungen an die regelmäßige Wartung sind aufzunehmen (Abs. 2a Nr. 3, a.), Angaben zu Maßnahmen zur Vermeidung von Boden- und Grundwasserverschmutzung (Nr. 3, b.) sowie Überwachungsmaßnahmen hierzu (Nr. 3, c.) nebst der Entscheidung über die einzuhaltenden Überwachungszeiträume für Boden- und Grundwasserüberwachung (Abs. 2a, letzter Satz).

Selbstverständlich werden bereits jetzt schon derartige Festlegungen getroffen, sie erhalten jedoch mit den Neuerungen einen systematischeren und

verpflichtenderen Charakter. Möchte man zur Vereinfachung auf zugrundeliegende Abschnitte in den Antragsunterlagen verweisen, muss der Verweis dann hinreichend präzise gefasst werden, wobei abzuwägen bliebe, ob nicht eine explizite Nennung der Sachverhalte die spätere Überwachung vereinfacht.

Inhalte des Genehmigungsbescheids im Hinblick auf die Überwachung

Für Anlagen nach der IE-Richtlinie haben sich aus der Umsetzung der IE-Richtlinie einige zum Teil aufwendige Neuerungen bei der Überwachung ergeben. Es sind nunmehr medienübergreifende Überwachungspläne und Überwachungsprogramme gemäß § 52a BImSchG aufzustellen. Die Überwachung ist systematisch anhand der Umweltauswirkungen so zu planen, dass die verpflichtenden Vor-Ort-Besichtigungen in Zeitabständen zwischen 1 und 3 Jahren durchgeführt werden. Zur Überwachung gehören neben den Vor-Ort-Besichtigungen die Überwachung der Emissionen, die Überprüfung interner Berichte und Folgedokumente, Überprüfung der Eigenkontrolle, Prüfung der angewandten Techniken und der Eignung des Umweltmanagements der Anlage zur Sicherstellung der Anforderungen nach § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG.

Zur Unterstützung des Überwachungsverfahrens wurden mit den Weiterungen des § 31 BImSchG für Anlagen nach IE-Richtlinie neue Auskunftspflichten für Betreiber geschaffen. Hier sind vor allem zu nennen

- das Vorlegen eines jährlichen Berichts mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse der Emissionsüberwachung und sonstiger Daten, die erforderlich sind, um die Einhaltung der Genehmigungsanforderungen gemäß § 6 Absatz 1 Nummer 1 zu überprüfen
- die Möglichkeit, sich von Betreiber Daten vorlegen zu lassen, die von der Behörde zur neu eingeführten Berichterstattung an die EU nach § 61 BImSchG ggf. verlangt werden
- die Unterrichtung der Behörde über alle Ereignissen mit schädlichen Umwelteinwirkungen, soweit er hierzu nicht bereits nach den Vorschriften des Umweltschadengesetztes oder der Störfall-Verordnung verpflichtet ist (§ 31 Abs. 4 BImSchG).

Diese neuen Pflichten sind durch Nebenbestimmungen auszugestalten und im Bescheid zu fixieren.

3.8 Zustellung / Bekanntmachung der Entscheidung

Nach § 10 Abs. 8a BImSchG sind für Anlagen nach IE-Richtlinie Genehmigungsbescheid und maßgebliches BVT-Merkblatt im Internet öffentlich bekannt zu machen.

Dieser Verpflichtung soll in Hessen dahingehend gefolgt werden, dass in der Internetseite der Regie-

rungspräsidien im Bereich der öffentlichen Bekanntmachungen ein Ordner eingerichtet wird, in den die Genehmigungsbescheide eingestellt werden. Da in § 10 Abs. 8a BImSchG keine zeitliche Beschränkung erwähnt ist, sollen die Bescheide langfristig zugänglich bleiben. Um nicht einen separaten Ordner mit den maßgeblichen BVT-Merkblättern anlegen zu müssen, ist vorgesehen, sie an prägnanter Stelle im Genehmigungsbescheid zu zitieren.

Vor dem Einstellen des Genehmigungsbescheides ins Internet ist mit dem Antragsteller zu klären, ob der Bescheid betriebsgeheime Angaben enthält und diese ggf. unkenntlich zu machen sind.

Literatur

- [1] IE-Richtlinie – Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung) (ABl. L 334 vom 17.12.2010, S. 17)
- [2] IE-RL-Umsetzungsgesetz – Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen vom 08.04.2013 (BGBl.I, S. 734), berichtigt am 07.10.2013 (BGBl.I S. 3753)
- [3] IE-RL-Umsetzungsverordnung, 1. – Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen, zur Änderung der Verordnung über Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte und zum Erlass einer Bekanntgabeverordnung vom 02.05.2013 (BGBl.I, S. 937), berichtigt am 07.10.2013 (BGBl.I S. 3756)
- [4] IE-RL-Umsetzungsverordnung, 2. – Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen, zur Änderung der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin sowie zur Änderung der Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen vom 02.05.2013 (BGBl.I, S. 1 021), berichtigt am 07.10.2013 (BGBl.I S. 3754)
- [5] BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz, in der Fassung vom 17.05.2013 (BGBl.I S.1274), zuletzt geändert am 02.07.2013 (BGBl.I S.1943)
- [6] Formulare für die Erstellung von Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz – Land Hessen: <http://www.hlug.de/start/luft/downloads/downloads-genehmigungsverfahren.html>
- [7] Verfahrenshandbuch zum Vollzug des BImSchG, Durchführung von Genehmigungsverfahren: <http://www.hlug.de/start/luft/downloads/downloads-genehmigungsverfahren.html>
- [8] 4. BImSchV – Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, Neufassung vom 02.05.2013 (BGBl.I S.973)
- [9] 9. BImSchV – Verordnung über das Genehmigungsverfahren, in der Fassung vom 29.05.1992 (BGBl.I S.1 001), zuletzt geändert am 02.05.2013 (BGBl.I S.973)
- [10] BREF-Documents: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/> bzw. BVT-Merkblätter (deutsche Fassung, allerdings erst mit Verzögerung), unter: <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/sevilla/kurzue.htm>
- [11] BVT-Schlussfolgerungen - In der Reihe der BVT-Merkblätter gekennzeichnet als BATAc Stand Okt. 2013:

- Iron and Steel Production; BATC von 03.2012
 - Manufacture of Glass; BATC von 03.2012
 - Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide; BATC von 04.2013
 - Tanning of Hides and Skins; BATC von 02.2013
- [12] IVU-RL – Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung kodifizierte Fassung (ABl. Nr. L 24 vom 29.1.2008, S. 8)
- [13] LABO-Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz: (<https://www.labo-deutschland.de/Aktuelles.html>) Stand 08.08.2013
- [14] UVPG-Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, in der Neufassung vom 24.02.2010 (BGBl. I S. 94) , zuletzt geändert am 25.07.2013 (BGBl. S. 2749)

Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser

- ein neues Instrument bei der Anlagenzulassung

JÖRG MARTIN & BERTHOLD MEISE

Zusammenfassung

Eine wesentliche Neuerung der europäischen Richtlinie über Industrieemissionen ist die Pflicht, das Anlagengrundstück im Falle von Verschmutzungen von Wasser und Boden in den Ausgangszustand zurückzuführen. Hierfür ist ein Bericht über den Aus-

gangszustand von Wasser und Boden (Ausgangszustandsbericht – AZB –) zu erstellen. Eine Arbeitshilfe der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) gibt dazu wesentliche Hilfestellungen.

1 Einführung

Schon bisher traf die Betreiber von genehmigungspflichtigen Anlagen nach § 5 Abs. 1 und 3 BImSchG die Pflicht, auch Boden und Grundwasser zu schützen und zu gewährleisten, dass auch nach der Betriebseinstellung ein ordnungsgemäßer Zustand des Betriebsgeländes hergestellt wird. Schon bisher waren Kontaminationen daher nicht nur nach Bodenschutz- und Altlastenrecht, sondern auch nach Immissionsschutzrecht zu sanieren [1]. Diese Regelungen gelten auch weiterhin.

Nach Art. 22 der Richtlinie über Industrieemissionen waren darüber hinaus zusätzliche boden- und grundwasserbezogene Pflichten gesetzlich zu verankern [2]. Diese neuen europarechtlichen Anforderungen werden überwiegend im Immissionsschutzrecht, insbes. mit dem neuen § 5 Abs. 4 und § 10 Abs. 1a BImSchG, und mit Ergänzungen der Verordnung über das Genehmigungsverfahren (9. BImSchV) in deutsches Recht umgesetzt [3, 4]. Für „IE-Anlagen“ muss nun zusätzlich mit Blick auf eine mögliche Verschmutzung des Bodens und des Grundwassers ein Bericht über den Ausgangszustand erstellt werden, wenn und soweit eine Verschmutzung des Bodens und des Grundwassers durch „relevante gefährliche Stoffe“ möglich ist (§ 10 Abs. 1a BImSchG). Nähere Anforderungen zur Erstellung eines AZB finden sich insbesondere in § 4a Abs. 4 der 9. BImSchV.

Nach Einstellung des Betriebs ist das Anlagengrundstück in den Ausgangszustand zurückzuführen, wenn auf Grund des Anlagenbetriebs erhebliche Verschmutzungen von Boden und Grundwasser gegenüber dem im AZB angegebenen Zustand durch die relevanten gefährlichen Stoffe verursacht wurden (§ 5 Abs. 4 BImSchG). Dies stellt eine Verschärfung gegenüber der bestehenden Sanierungspflicht dar: Selbst wenn es sich noch nicht um eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast nach den bodenschutzrechtlichen Maßstäben handelt, kann eine Sanierungspflicht der eigenen Art vorliegen – die „Rückführungspflicht in den Ausgangszustand“.

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) hat sich frühzeitig mit diesen neuen Pflichten auseinandergesetzt, um für die Umsetzung in der Praxis gewappnet zu sein. Sie formulierte schon 2011 ein Eckpunktepapier zur Stilllegung von Anlagen nach Art. 22 IED [5]. Im Auftrag der Umweltministerkonferenz (UMK) erstellte sie zudem eine detaillierte Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht. Diese wurde im Herbst 2012 in einer vorläufigen Version (das Gesetzgebungsverfahren war noch nicht abgeschlossen) vorgelegt und im Herbst 2013 in einer ergänzten und aktualisierten Fassung veröffentlicht [6]. Die nachfolgenden Ausführungen geben auch Kerninhalte dieser Arbeitshilfe wieder.

2 Wozu dient der Ausgangszustandsbericht?

Wie erwähnt, ist bei IE-Anlagen das Anlagengrundstück nach Einstellung des Betriebes in den Ausgangszustand zurückzuführen, falls es durch den Betrieb zu erheblichen Verschmutzungen von Boden oder Grundwasser kommt. Ansatzpunkt der späteren Rückführungspflicht ist der Unterschied zwischen dem Zustand, der im AZB beschrieben ist, und dem Zustand bei endgültiger Einstellung der Tätigkeiten (§ 5 Abs. 4 BImSchG). Die neue Rückführungspflicht erfasst somit nur jene Verschmutzungen, die zeitlich nach dem Ausgangszustand entstehen, und dies auch nur im Hinblick auf Stoffe, die zu den „relevanten

gefährlichen Stoffen“ der stillgelegten Anlage gehören. Von entscheidender Bedeutung ist somit, wie der Ausgangszustand ist. Um dies klar festzuhalten, ist die Erstellung eines Berichts notwendig. Der AZB dient somit der „Beweissicherung“ und als Vergleichsmaßstab. Er muss daher die Informationen enthalten, die erforderlich sind, um den Zustand von Boden und Grundwasser zu dokumentieren, damit ein quantifizierter Vergleich mit dem Zustand bei der endgültigen Einstellung der Tätigkeiten vorgenommen werden kann.

3 Relevante gefährliche Stoffe und Mengenrelevanz

Doch wann genau ist ein AZB zu erstellen? Zunächst einmal muss es sich um eine „Anlage nach der Industrieemissions-Richtlinie“ handeln (§ 10 Abs. 1a BImSchG). Nach § 3 der 4. BImSchV sind dies solche, die in Spalte d des dazu gehörenden (neu gefassten) Anhangs mit dem Buchstaben „E“ gekennzeichnet sind. Es sind im Wesentlichen diejenigen, denen das größte Gefährdungspotential innewohnt.

Eine weitere Voraussetzung ist, dass in der Anlage „relevante gefährliche Stoffe“ zu finden sind. Dies ist nur der Fall, wenn die Stoffe

- a) gefährlich sind und
- b) ihrer Art nach eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers verursachen können und
- c) in erheblichem Umfang in der Anlage verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden.

Im Einzelnen bedeutet dies Folgendes:

a) Als „gefährliche Stoffe“ gelten nach § 3 Abs. 9 BImSchG Stoffe oder Gemische gemäß Artikel 3 der sog. CLP-Verordnung; nur für solche ist ein AZB zu erstellen [7]. Als Beispiel kann hier der „Abfall“ dienen. Nach Art. 1 Abs. 3 CLP-Verordnung gilt „Abfall“ im Sinne der RL 2006/12/EG (RL über Abfälle) nicht als Stoff, Gemisch oder Erzeugnis. Damit ist Abfall kein „gefährlicher Stoff“ im Sinne von § 3 Abs. 9 BImSchG und löst als solcher keine Verpflichtung nach § 10 Abs. 1a und in Folge von § 5 Abs. 4 BImSchG aus.

b) Erfasst werden aber nicht alle gefährlichen Stoffe, sondern nach § 3 Abs. 10 BImSchG nur solche, die eine erhebliche Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers verursachen können. Die Beurteilung, ob eine Substanz ihrer Art nach in der Lage ist, eine solche Verschmutzung hervorzurufen, erfolgt sinnvollerweise anhand ihrer Stoffeigenschaften nach Anhang I der CLP-Verordnung. Hierbei kann man sich an Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen orientieren (VAwS der Länder bzw. die geplante AwSV des Bundes). In diesen werden Gefahrensätze mit einer Wassergefährdungsklasse verknüpft. Wassergefährdende Stoffe und Gemische sind grundsätzlich auch bodenrelevant. Daraus folgt, dass bei Vorliegen wassergefährdender Eigenschaften die stoffliche Relevanz im Sinne von § 3 Abs. 10 BImSchG stets gegeben ist. Sofern ein nach der CLP-Verordnung gefährlicher Stoff keine wassergefährdenden Eigenschaften besitzt, ist jedoch eine Einzelfallbetrachtung im Hinblick auf die Bodenrelevanz erforderlich.

c) Alleine die stoffliche Relevanz reicht aber noch nicht aus. Vielmehr müssen sie – so eine weitere Voraussetzung des § 3 Abs. 10 BImSchG – auch „in erheblichem Umfang in der Anlage verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden“. Welche Mengenschwelle mit Bezug auf Boden und Grundwasser anzusetzen ist, ist abhängig von den Eigenschaften des Stoffes und seiner Gefährlichkeit. Im Sinne der VAwS kann sich Mengenrelevanz sowohl aus dem Durch-

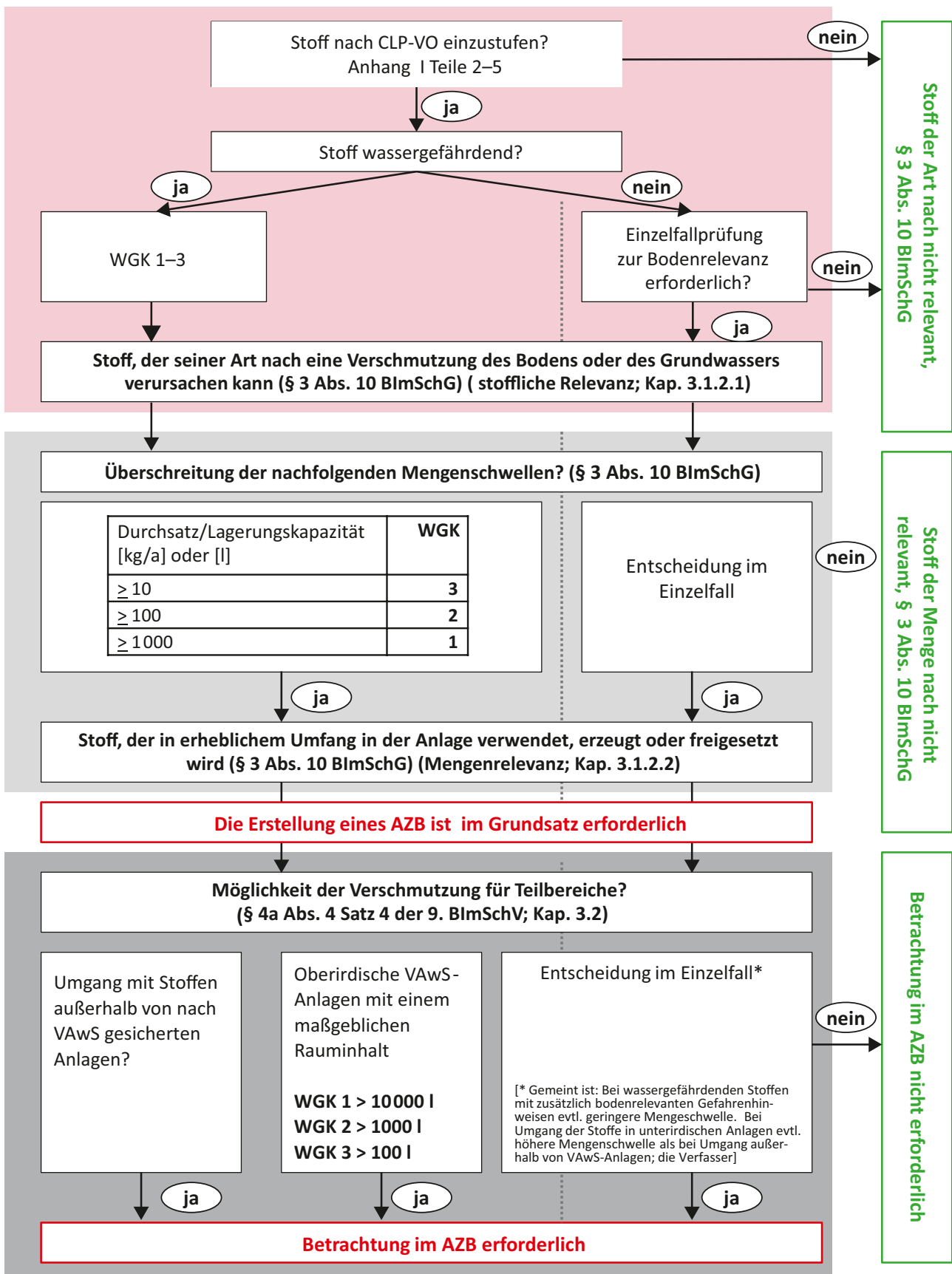


Abb. 1: Entscheidungshilfe Relevanzprüfung.

satz (Masse pro Zeit) als auch aus der Lagerungskapazität (Volumen) ergeben. Entsprechend schlägt die LABO-Arbeitshilfe in ihrem Anhang 3 bei der Prüfung der Mengenrelevanz folgende Abstufungen vor:

Tab. 1: Mengenrelevanz.

| Durchsatz / Lagerungskapazität [kg/a] oder [L] | WGK |
|---|-----|
| ≥ 10 | 3 |
| ≥ 100 | 2 |
| ≥ 1 000 | 1 |

Durchsätze von < 10 kg/a und Volumina von < 10 L werden als nicht relevant eingestuft.

4 Gegenstand des AZB

Ein AZB ist aber nur zu erstellen, „wenn und soweit eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück durch die relevanten gefährlichen Stoffe möglich ist“ (§ 10 Abs. 1a Satz 1 BImSchG).

Das Anlagengrundstück umfasst die Flächen, auf denen sich die Hauptanlage und die Nebeneinrichtungen der genehmigungsbedürftigen Anlage befinden sowie weitere Flächen, die zur Erfüllung des Anlagenzwecks genutzt werden. Eine Aufteilung eines Anlagengrundstücks kommt dann in Betracht, wenn darauf mehrere genehmigungsbedürftige Anlagen sind. Es kann sachgerecht sein, das Gelände einzelner Teilanlagen auch einzeln im AZB zu betrachten. Teilflächen, auf denen keine Möglichkeit der Verschmutzung besteht, sind im AZB nicht zu betrachten.

Nach § 10 Abs. 1a Satz 2 BImSchG ist kein AZB zu erstellen, wenn auf Grund der tatsächlichen Umstände ein Eintrag ausgeschlossen werden kann. Mit dieser Regelung wollte der Gesetzgeber verhindern, dass vorhandene technische Sicherungen, die ein hohes Maß an Sicherheit bieten, für die Erstellung eines AZB beschädigt werden müssen [9]. Hierfür ist er bereit, die entsprechenden Flächen aus dem AZB auszuklammern. Keinen solchen „tatsächlichen Um-

stand“ stellen somit lediglich in Planung befindliche Sicherheitsmaßnahmen dar.

Im Hinblick auf den Verschmutzungspfad Boden – Grundwasser wird als geeignetes und abschließendes Kriterium zur Auswahl der relevanten gefährlichen Stoffe die Wassergefährdungsklasse (WGK) eines jeden Stoffes oder Stoffgemisches angesehen [8].

Wegen einer Rückhaltefunktion oberirdischer VAWS-Anlagen ist es vertretbar, bei diesen die Schwelle, ab der ein Ausgangszustandsbericht zu erstellen ist, höher anzusetzen als bei unterirdischen Anlagen oder dem Umgang außerhalb gesicherter Bereiche (vgl. Abbildung 1, Entscheidungshilfe Relevanzprüfung).

Im Hinblick auf den Verschmutzungspfad Boden – Mensch sind die Gefahrenhinweise ausgewählter HSätze im Einzelfall zu beurteilen.

Wann die Möglichkeit einer Verschmutzung „ausgeschlossen“ werden kann, wird in der Arbeitshilfe nicht eindeutig geklärt. Damit wird die Beantwortung dieser Frage mindestens teilweise auf den Einzelfall verlagert. Immerhin wird klar festgestellt, dass „die Befreiung von der Pflicht, einen AZB zu erstellen, nicht allein auf die Einhaltung der rechtlichen Anforderungen für die jeweilige Anlage gestützt werden [kann]. Ansonsten würde die europarechtlich geforderte neue Pflicht in Deutschland weitgehend leerlaufen. Der AZB bildet nach der Systematik der IE-Richtlinie ein zusätzliches Instrument, das neben den Genehmigungsvoraussetzungen zum Schutz der Umwelt eingesetzt werden soll“ (S. 3 der Arbeitshilfe). Tatsächliche Sicherungsvorrichtungen, die die Gewähr dafür bieten, dass während des gesamten Betriebszeitraums relevante Einträge auszuschließen sind, könnten aber berücksichtigt werden.

Dafür, dass allein die Einhaltung der fachrechtlich geregelten technischen Anforderungen in der Regel nicht ausreicht, spricht insbesondere auch der Wortlaut der Anforderung des § 10 Abs. 1a BImSchG. Er spricht nicht, wie sonst oftmals, davon, dass eine

Verschmutzung nicht nur „nicht zu besorgen“ ist (wie es von Industrieverbänden während des Gesetzgebungsverfahrens massiv gefordert wurde), sondern bewusst davon, dass sie „ausgeschlossen“ sein muss – eine Anforderung, die in dieser Strenge ansonsten

nicht zu finden ist. Dies bedeutet selbstverständlich nicht, dass damit strengere Genehmigungsanforderungen gestellt werden, sondern hat nur zur Folge, dass der AZB zu erstellen ist.

5 Inhalte des AZB

§ 4a Abs. 4 Satz 1 der 9. BImSchV bestimmt, dass der AZB die Informationen enthalten muss, 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 (zu den einzelnen Arbeitsschritten siehe Abbildung 2).

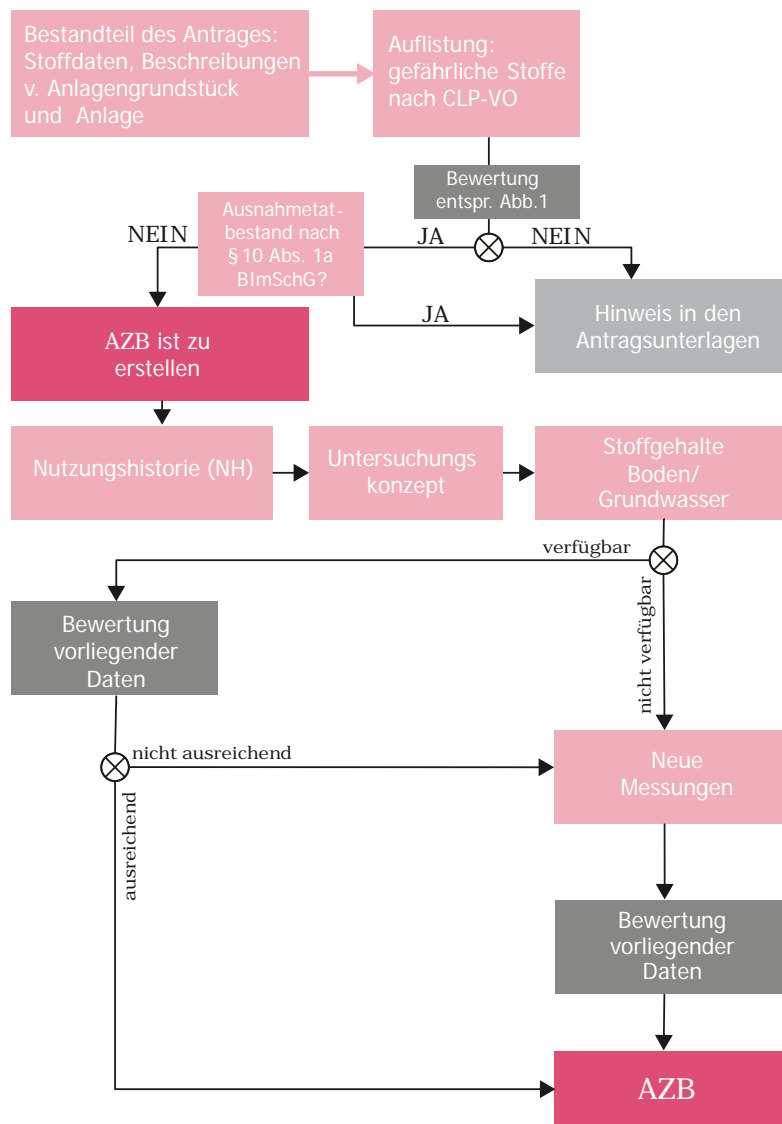


Abb. 2: Fließschema zur Erstellung des AZB im Rahmen des Genehmigungsverfahrens.

5.1 Informationen über die Nutzung des Anlagengrundstücks

Was darunter zu verstehen ist, wird zunächst in § 4a Abs. 4 Satz 2 Nr. 1 der 9. BImSchV weiter konkretisiert. Zum einen hat er Informationen über die derzeitige Nutzung und, falls verfügbar, über die frühere Nutzung des Anlagengrundstücks zu enthalten.

Informationen über die aktuelle Nutzung des Anlagengrundstücks liegen dem Antragsteller vor. Informationen über die frühere Nutzung geben bedeutende Hinweise darauf, wie notwendige Messungen durchzuführen und zu bewerten sind. Vorzulegen hat der Antragsteller aber nur die verfügbaren Informationen über die frühere Nutzung. Verfügbar sind jedenfalls die Informationen, die beim Anlagenbetreiber selbst vorliegen (z. B. aus Sanierungsanordnungen, Sanierungsverträgen, Standortverträgen, behördlichen Anordnungen, Bauunterlagen, Baugrunduntersuchungen, Grundstücksverträgen, Überwachungsprotokollen etc.). Weitere Recherchemöglichkeiten bestehen bei den Behörden. Dort können Informationen wie z. B. Bebauungspläne, Genehmigungsunterlagen, Schichtenverzeichnisse, Altlastenkataster, Erkenntnisse aus Maßnahmen nach § 9 BBodSchG, Unterlagen zur Umweltverträglichkeitsprüfung, Grundbuch-, Gewerberegister- und Handelsregistrauszüge nachgefragt werden. Auch ehemalige Grundstückseigentümer, Anlagenbetreiber und Nachbarn können über Informationen verfügen. Wie weit die Nachforschungspflicht im Einzelfall geht, wird letztlich durch den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit bestimmt. Wird ein hoher Erkenntnisgewinn erwartet, kann intensiveres Recherchieren verlangt werden.

Sofern sich aus der früheren Nutzung Hinweise auf schädliche Bodenveränderungen, Verdachtsflächen oder altlastenverdächtige Flächen ergeben, kann dies – unabhängig von der Frage nach dem AZB – Handlungspflichten nach Bodenschutzrecht auslösen. Es mag keine Pflicht im Rahmen der Erstellung des AZB sein, diese Informationen zur Verfügung zu stellen. Wohl aber trifft frühere Betreiber und den Eigentümer des Grundstücks die Pflicht, dem näher nachzugehen. Es ist daher mindestens ein Gebot der Klugheit, sich hier mit der zuständigen Behörde aus-

zutauschen. Denn die künftige Nutzung darf eine künftige Sanierung nicht verhindern.

5.2 Informationen über Boden- und Grundwassermessungen

Des Weiteren sind nach § 4a Abs. 4 Satz 2 Nr. 2 der 9. BImSchV Informationen über Boden- und Grundwassermessungen aufzunehmen, die den Zustand zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts über den Ausgangszustand wiedergeben und die dem Stand der Messtechnik entsprechen. Dies ist nicht trivial. Denn die notwendigen Informationen wird man erst dann gewinnen können, wenn das richtige Untersuchungskonzept erstellt wird. Die LABO-Arbeitshilfe setzt sich mit dieser Thematik eingehend auseinander und gibt Hinweise zum Vorgehen.

5.3 Untersuchungskonzept

Die Umstände des Einzelfalls, insbesondere die Art der Vornutzung, bestimmen die Charakteristik von Untersuchung und Bewertung. Vielfältige Vornutzungen, auch über längere Zeiträume, sind in den Industriezentren Deutschlands die Regel.

In einem ersten Schritt ist ein Untersuchungskonzept aufzustellen, das die erforderlichen Untersuchungen von Boden und Grundwasser beschreibt. Hierzu sind die vorliegenden Informationen zu Vornutzungen des Anlagengrundstücks auszuwerten.

Der Parameterumfang bezieht sich grundsätzlich auf die relevanten gefährlichen Stoffe. Es ist angeraten, auch für bekannte Metaboliten eine Datenbasis im AZB zu schaffen. Denn die Rückführungspflicht gilt für alle Verunreinigungen, die auf die relevanten gefährlichen Stoffe zurückzuführen sind, also auch die Umwandlungsstoffe.

Summen- und Leitparameter sind Instrumente, die im Rahmen des Monitorings bzw. der Überwachung von Betrieben verbreitet genutzt werden. Die Datenbasis der relevanten gefährlichen Stoffe in Boden und Grundwasser auf dem Anlagengrundstück wird durch die jeweiligen Stoffgehalte dokumentiert. Repräsentative Einzelstoffe als Leitparameter für eine Stoff-

klasse erfüllen die „Beweissicherungsfunktion“ des AZB in der Regel nicht. Sollen im Einzelfall Leitparameter herangezogen werden, ist deren Geeignetheit plausibel darzulegen und nachvollziehbar im AZB darzustellen. Die Nutzung von Summenparametern, welche Einzelstoffe als Messgröße zusammenfassen, ist hingegen grundsätzlich für den AZB geeignet.

Die Pflicht zur Rückführung des Anlagengrundstücks ergibt sich aus einem Vergleich der Datenbasis von Ausgangs- und Endzustand und der Feststellung inwieweit sich die dokumentierten Verhältnisse verändert haben. Bei der Festlegung des Untersuchungskonzeptes ist daher zu berücksichtigen, dass eine Vergleichbarkeit der Messmethoden und Messorte für Ausgangs-, Überwachungs- und Endzustand gewährleistet ist.

Ist das Untersuchungskonzept aufgestellt und möglichst mit der zuständigen Behörde abgestimmt, können in einem zweiten Schritt bereits vorliegende Messergebnisse über relevante gefährliche Stoffe mit den Anforderungen des Konzeptes abgeglichen werden. Sind vorhandene Informationen geeignet, die Anforderungen zu erfüllen, sind neue Messungen nämlich nicht erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass vorhandene Daten nur dann berücksichtigt werden können, wenn sie den Zustand von Boden und Grundwasser zum Zeitpunkt der Berichtserstellung wiedergeben.

Wenn die direkte Untersuchung eines Bodens unverhältnismäßig aufwendig oder mit erheblichen Nachteilen verbunden wäre, ist zu prüfen, ob die notwendigen Kenntnisse anderweitig erlangt werden können. So könnte ggf. bei Flächen ohne Vorbelastungen auf Hintergrundwerte zurückgegriffen werden. Falls für einen Parameter keine Hintergrundwerte vorliegen, kann im AZB nur die Bestimmungsgrenze als „Beweissicherungskonzentration“ angegeben werden. Um ein Durchbohren hochwertiger Versiegelungen zu vermeiden, kann ggf. auf Schrägbohrungen oder

andere Erkenntnismöglichkeiten zurückgegriffen werden. Bei aufgefülltem Gelände kann vielleicht über eine Referenzfläche auf dem Anlagengrundstück auf die nicht untersuchte Fläche rückgeschlossen werden. Die Gründe, warum im Einzelfall von Probenahmen und Messungen abgesehen wurde, sind dann aber nachvollziehbar im AZB darzulegen.

Bei unvollständiger oder unzureichender Datenlage sind neue Untersuchungen und Messungen in Boden und Grundwasser durchzuführen.

5.4 Bewertung der Datenbasis des AZB

Auf Basis des vorgenannten Untersuchungskonzeptes hat der Antragsteller mit den Boden- und Grundwasserdaten eine Beurteilung der Daten vorzulegen. Diese sollte folgende Fragen beantworten:

- Enthalten die Daten quantitative und qualitative Aussagen zu allen relevanten gefährlichen Stoffen?
- Repräsentiert die ausgewählte Datenbasis den aktuellen Zustand von Boden und Grundwasser auf dem Anlagengrundstück?
- Wurden die Untersuchungen durch akkreditierte Untersuchungsstellen vorgenommen und mittels geeigneter und validierter Analyseverfahren ermittelt?
- Entsprechen Probenahme- und Analyseverfahren dem Stand der Technik und den jeweils geltenden rechtlichen Regelungen?
- Wird der branchentypische Kontext des Anlagengrundstückes bzw. dessen Vornutzung ausreichend repräsentiert?
- Welche Stoffgehalte sollen als Ausgangszustand von Boden und Grundwasser festgeschrieben werden?

Fehlen qualifizierte Daten, sind diese von der Behörde nachzufordern.

6 Qualitätssicherung

Die Erstellung liegt im Verantwortungsbereich des Antragsstellers. Bei der neu eingeführten Verpflichtung zur Ermittlung und Darstellung des Ausgangszustands von Boden und Grundwasser handelt es sich um eine anspruchsvolle Aufgabe. Der Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalls kommt dabei große Bedeutung zu, ein standardisiertes Vorgehen ist daher nur begrenzt möglich und spezieller Sachverstand erforderlich. Da der AZB der Beweissicherung dient, ist eine gewissenhafte und unabhängige Bearbeitung erforderlich.

Über die Anwendungsfälle des § 13 der 9. BImSchV hinaus ist daher zu empfehlen, dass der AZB durch einen unabhängigen Sachverständigen erstellt wird. Eine Anerkennung als Sachverständiger nach § 18 BBodSchG (Sachgebiete 2 bis 4) ist als Beleg für die Sachkunde zur Erstellung eines AZB sinnvoll. Alternativ genügt der Fachkundenachweis, der zumindest eine fachspezifische Ausbildung, eine ausreichende praktische Erfahrung sowie den Nachweis einer regelmäßigen Weiterbildung erfordert.

Auf Grund des breiten Spektrums von Stoffen und Gemischen, deren Neuartigkeit sowie möglicherweise zurzeit fehlender Bestimmungsverfahren und Bewertungsmaßstäbe, kann ein Hinzuziehen von Spezialisten (Chemiker, Toxikologen, o. ä.) erforderlich werden. Die Analytik ist zwingend durch ein akkreditiertes Analyselabor durchzuführen. Sofern für einen Stoff oder eine Stoffgruppe noch keine Akkreditierung möglich ist oder keine Standardverfahren zur Verfügung stehen, sind das Verfahren detailliert und reproduzierbar zu beschreiben und Aussagen zur Validität zu treffen.

Die Sachverhaltsermittlung ist transparent (maßstäblicher Lage- und Übersichtsplan), sorgfältig und reproduzierbar zu dokumentieren. Für Untersuchungsplanung, Probennahme, Probenaufbereitung, Analytik und Bewertung empfiehlt sich die Arbeitshilfe Qualitätssicherung [10]. Die Mustergliederung in Anhang 5 der Arbeitshilfe ermöglicht den Behörden vergleichbare Prüfunterlagen.

7 Der Ausgangszustandsbericht im Genehmigungsverfahren

Die Rückführungspflicht nach § 5 Abs. 4 BImSchG hat die Wiederherstellung des Ausgangszustands zum Inhalt. Diese große Bedeutung spiegelt sich auch in seiner Behandlung im Genehmigungsverfahren wider. Der AZB ist Teil des Genehmigungsantrages (§ 10 Abs. 1a BImSchG). Er ist erforderlich bei Neugenehmigungen und bei Änderungsgenehmigungen von IE-Anlagen, wobei ggf. eine eher kurze Übergangsfrist greift (§ 25 Abs. 2 der 9. BImSchV).

Er ist nach § 21 Abs. 1 Nr. 3 der 9. BImSchV notwendiger Bestandteil des Genehmigungsbescheides und wird von der Feststellungswirkung der Genehmigung erfasst.

Der AZB ist daher von der Behörde auf seine Richtigkeit (Plausibilität und Nachvollziehbarkeit) zu prüfen. Hierdurch übernimmt sie bei Erteilung der Genehmigung eine Mitverantwortung.

Es wird dringend empfohlen, zentrale Fragestellungen des AZB wie:

- die konkrete Abgrenzung des Anlagengrundstückes,
- den Umfang der verfügbaren Informationen zu früheren Nutzungen,
- Art und Umfang der Untersuchungen (Untersuchungskonzept),
- die Genehmigung und den Neubau von Grundwassermessstellen

frühzeitig im Genehmigungsverfahren zwischen Antragsteller und Genehmigungsbehörde abzustimmen. Nach § 21 Abs. 2a Nr. 3c der 9. BImSchV enthält der Genehmigungsbescheid weiterhin Anforderungen an die Überwachung von Boden und Grundwasser hinsichtlich der relevanten gefährlichen Stoffe. Die Zeiträume sind dabei so festzulegen, dass eine Überwachung mindestens alle fünf Jahre für das Grundwasser und mindestens alle zehn Jahre für den Boden erfolgt. Hiervon kann abgewichen werden, wenn die

Überwachung anhand einer systematischen Abschätzung des Verschmutzungsrisikos erfolgt.

Der AZB gehört zu den Antragsunterlagen, die für die Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit der Anlage als solche nicht unmittelbar von Bedeutung sind. Daher kann die Behörde ein Nachreichen des AZB nach § 7 Abs. 1 Satz 5 der 9. BImSchV zulassen. Spätestens mit der Inbetriebnahme der Anlage muss er aber vorliegen.

Die Entscheidung darüber, ob der Bericht nachgereicht werden kann, liegt im Ermessen der Behörde.

8 Ausblick

Die neuen Pflichten zu Boden und Grundwasser haben in den vergangenen Jahren für viel Aufregung insbesondere auf Seiten der Industrie geführt, die teilweise eine erhebliche Erschwerung der Zulassung neuer Anlagen befürchtete. Vielleicht betraf dies im Kern auch die Sorge, dass Sünden der Vergangenheit und Versäumnisse, die schon lange geltenden Anforderungen zu erfüllen, sichtbar werden könnten. Bei der Umsetzung in der Praxis dürfte sich aber bald zeigen, dass dieses neue Instrument nicht mit Argwohn betrachtet werden muss, sondern sinnvoll anwendbar ist.

Mit der LABO-Arbeitshilfe liegt eine Handreichung vor, die die praktische Umsetzung der neuen Anforderungen wesentlich erleichtert.

Im Lichte der Erfahrungen und einer in Vorbereitung befindlichen EU-Guideline zum Ausgangszustandsbericht [11] wird sich sicherlich noch manch neuer Aspekt ergeben; dem kann in einer Fortschreibung zu gegebener Zeit Rechnung getragen werden.

Gegenwärtig werden in Hessen die ersten Ausgangszustandsberichte zwischen Antragsteller und Genehmigungsbehörde abgestimmt. Der neuen Richtlinie werden in Hessen etwa 600 Anlagen unterliegen. Erste Rückmeldungen von Kolleginnen und Kollegen zeigen, dass frühzeitige Beratungsgespräche zwischen Antragsteller und Genehmigungsbehörde zu den zentralen Fragestellungen sehr hilfreich sind.

Literaturverzeichnis

* Der Beitrag ist eine aktualisierte Fassung des gleichnamigen Beitrags in „Wasser und Abfall“, Heft 4, April 2013, S. 31–36.

- [1] LABO/LAI (2001): Abgrenzung zwischen Bundes-Bodenschutzgesetz und Bundes-Immissionsschutzgesetz. http://www.labo-deutschland.de/documents/bimsch_19a.pdf
- [2] EU- Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 24.11.2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung), ABl. L 334,1 vom 17.12.2010
- [3] Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen vom 08.04.2013 (BGBl. I S. 734), berichtigt am 07.10.2013 (BGBl. I S. 3753)
- [4] Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen, zur Änderung der Verordnung über Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte und zum Erlass einer Bekanntgabeverordnung

- verordnung vom 02.05.2013 (BGBl. I S. 973),
berichtigt am 07.10.2013 (BGBl. I S. 3756)
- [5] LABO (2011): LABO-Eckpunktepapier zur Stilllegung von Anlagen nach Art. 22 der Richtlinie über Industrieemissionen (IED); (Stand 26.08.2011) (unveröffentlicht).
- [6] [LABO (2013): Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser der Ad-hoc AG der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) in Zusammenarbeit mit der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Stand 07.08.2013). https://www.labo-deutschland.de/documents/LABO_Arbeitshilfe_AZB_Stand_2013-08-07_finalisiert.pdf
- [7] CLP-Verordnung – Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16.12.2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen
- [8] Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe vom 27. Juli 2005 (BAnz. 142a vom 30.07.2005) (VwVwS)
- [9] Vgl. BT-Drs. 17/11394, S. 19; Deutscher Bundestag, 17. Wahlperiode – 204. Sitzung -, S. 24866)
- [10] LABO (2002): Arbeitshilfe Qualitätssicherung. http://www.labo-deutschland.de/documents/labo-arbeitshilfe-qualitaetsicherung-12-12-2002_d4c.pdf
- [11] European Commission Guidance concerning baseline reports under Article 22 (2) of Directive 2010/75/EU on industrial emissions, Draft 17 June 2013

Aktuell:

Die LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung

JAN BRODSKY

Im gesetzlich geregelten Umweltbereich müssen die Untersuchungsstellen vielfältige Anforderungen erfüllen. Die in den einzelnen Rechtsbereichen anzuwendenden Untersuchungsverfahren sind häufig in den entsprechenden Regelwerken vorgegeben. Folglich sind die Laboratorien gezwungen, zahlreiche verschiedene Analysenverfahren vorzuhalten. Nicht selten kommt es vor, dass für die Bestimmung ein und derselben Parameter unterschiedliche Verfahren anzuwenden sind. Da die analytischen Verfahren einer ständigen Aktualisierung unterworfen sind, fällt es dem Anwender nicht immer leicht, den Überblick zu bewahren. Die LAGA Methodensammlung Abfalluntersuchung schließt eine Lücke, in dem sie die Vor- und Nachteile der einzelnen Analysemethoden in einem Kompendium darstellt [1].

Die Untersuchungen erfolgen in der Regel anhand von Normverfahren. Die Anwendung dieser genormten Verfahren folgt dem Ziel, möglichst vergleichbare und gleichwertige Ergebnisse zu erhalten und gleichzeitig die Qualität der Untersuchungsergebnisse zu steigern. Die Normverfahren enthalten technische Regelungen zur Untersuchung einzelner Parameter oder Parametergruppen in definierten Matrizes und haben per se keine rechtliche Verbindlichkeit. Diese erhalten sie erst durch Zitierung in Gesetzen oder Verordnungen. Die Entwicklung der Normverfahren für die Untersuchung der einzelnen Umweltmedien wurde einerseits durch den Bedarf, andererseits durch das Kompartiment und die damit verbundenen technischen Anforderungen geprägt. So entstanden zahlreiche Normen für die Untersuchung von Wasser und Luft früher und in größerer Anzahl als Normen

für die Untersuchung von Feststoffen, wie Boden und Abfall. Die Entwicklung in der Normung spiegelt sich in der zunehmenden Anzahl von umweltrelevanten DIN-Normen und VDI-Richtlinien wider.

In der Regel werden die Untersuchungsverfahren schneller aktualisiert als die rechtlichen Vorgaben. Dies führt dazu, dass die Untersuchungsstellen parallel dazu fachlich veraltete Analysenverfahren vorhalten müssen, obwohl bereits moderne leistungsstärkere Analysenverfahren vorliegen. Dadurch wird für die Untersuchungsstellen ein höherer Aufwand bei der Qualitätssicherung und Akkreditierung verursacht.

Ein Standardwerk auf dem Gebiet der Wasseranalytik ist die Loseblattsammlung „Deutsche Einheitsverfahren (DEV) zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung“ [2], in der aktuelle Normverfahren für die Untersuchung der genannten Umweltmedien enthalten sind. Die für die Luftanalytik wichtigen Verfahren sind beispielsweise im Handbuch der Luftreinhaltung, das eine Sammlung der relevanten VDI-Richtlinien enthält, dargestellt [3]. Das Handbuch der Bodenuntersuchung (HBU) enthält eine Sammlung von Normverfahren, die speziell für dieses Umweltkompartiment relevant sind [4]. Im Bereich der Abfalluntersuchung werden zum Teil Normen aus dem Matrixbereich Boden, Schlamm und Sedimente herangezogen, die allerdings häufig für die Anwendung im Bereich der Abfalluntersuchung nicht validiert sind. Eine mit dem HBU vergleichbare Sammlung von Verfahren ist bisher nicht erschienen.

Einen guten Überblick zur Untersuchung der einzelnen Umweltmedien kann man durch die von den Bund-Länderarbeitsgemeinschaften veröffentlichten Fachmodule erhalten. Die Fachmodule enthalten die Grundlagen für die Notifizierung und Akkreditierung von Untersuchungsstellen und eine Auflistung der relevanten Normverfahren für die einzelnen Rechtsbereiche [5–8].

Für den Abfallbereich hat sich ein Expertengremium der LAGA, das LAGA-Forum Abfalluntersuchung, seit einigen Jahren zum Ziel gesetzt, eine Zusammenstellung der in der Abfallanalytik verwendeten Untersuchungsverfahren zu erstellen. Die dabei entstandene Methodensammlung Abfalluntersuchung liegt mittlerweile in der Version 2.0 vor [1]. Sie bietet dem interessierten Personenkreis einen Überblick und eine Hilfestellung zur Anwendung bzw. Beurteilung der verwendeten Untersuchungsverfahren.

Unter Abfall ist eine Vielzahl von insbesondere festen Materialien zu subsumieren, die sich in der Materialzusammensetzung deutlich unterscheiden. Die einzelnen Abfallarten können verschiedenen Rechtsbereichen zugeordnet werden, wie z. B. Abfall im Sinne der DepV, Altholz, Altöl, Biomasse, Boden und Klärschlamm. Folglich sind in der Methodensammlung alle relevanten Untersuchungsverfahren für die genannten Matrices, u. a. auch für die Altlasten- und Bodenanalytik entsprechend den einzelnen Untersuchungsschritten aufgeführt: Probenahme, Schnellanalysenverfahren und Vor-Ort-Verfahren, Probenvorbereitung, allgemeine Parameter, anorganische und organische Parameter (Feststoffe und Eluate/Perkolate), summarische Parameter, ökotoxikologische Testverfahren. Weitere Kapitel werden wichtigen Themen wie z. B. Angabe von Analysen- und Untersuchungsergebnissen oder Beurteilung von ungleichmäßigen Stoffverteilungen in einem Haufwerk gewidmet.

Den Tabellen können weitere Informationen zu den einzelnen Verfahren entnommen werden. Neben dem Rechtsbezug findet man Angaben zur Anwend-

barkeit und zum Arbeitsbereich der Verfahren, Leistungsgrenzen sowie eine fachliche Beurteilung.

Da zur Bestimmung einzelner Parameter zum Teil mehrere Verfahren genannt werden, hat das Gremium besonders leistungsstarke und robuste Verfahren (Referenzverfahren) herausgestellt, um damit u. a. auch die Methodenharmonisierung voran zu bringen. Daher kann die Methodensammlung in den Fällen, in welchen keine gesetzlichen Vorgaben existieren oder gleichwertige Verfahren in den Rechtsgrundlagen zugelassen sind, eine Entscheidungshilfe bei der Auswahl der Verfahren bieten.

Bei der Verwertung von Abfällen sind auch andere Rechtsbereiche mit eigenen Festlegungen betroffen. So müssen z. B. bei der Verwertung mineralischer Abfälle durch Auf- oder Einbringen auf oder in den Boden bodenschutz- und wasserrechtliche Vorgaben berücksichtigt werden. Deutlich werden diese Diskrepanzen im aktuellen Entwurf der Mantelverordnung [9].

Durch die Methodensammlung Abfalluntersuchung werden folgende Ziele verfolgt [1]:

- Zeitnahe Fortschreibung des Standes der Technik in der Abfalluntersuchung
- Verbesserung der Übersicht und der Handhabung in der Praxis
- Steigerung der Qualität von Abfalluntersuchungen
- Erhöhung der Effizienz durch Methodenharmonisierung (Reduzierung der Zahl der vorzuhaltenden Methoden in den Untersuchungsstellen)
- Reduzierung der Kosten und des Zeitaufwands für die jeweiligen Parameter durch Vereinheitlichung der Verfahren für verschiedene Rechtsbereiche
- Hilfestellung bei der Auswahl adäquater Analyseverfahren

Mit der neuen Version der LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung liegt ein wichtiges Nachschlagewerk für Abfallerzeuger, Gutachter, Untersuchungsstellen und insbesondere Vollzugsbehörden vor.

Literatur

- [1] LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung, Version 2.0, LAGA-Forum Abfalluntersuchung, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 1. Oktober 2012
http://www.lanuv.nrw.de/abfall/untersuchungsmethoden/LAGA_Methodensammlung.pdf
- [2] Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Loseblattsammlung, hrsg. durch Wasserchemische Gesellschaft – Fachgruppe der GDCh und durch Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung; Wiley-VCH Verlag GmbH Weinheim, Beuth-Verlag GmbH Berlin
- [3] Handbuch Reinhaltung der Luft, hrsg. durch Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Beuth-Verlag GmbH Berlin
- [4] Handbuch der Bodenuntersuchung, Loseblattsammlung, hrsg. durch DIN Deutsches Institut für Normung; Wiley-VCH Verlag GmbH Weinheim, Beuth-Verlag GmbH Berlin
- [5] Fachmodul Boden und Altlasten – Notifizierung und Kompetenznachweis von Untersuchungsstellen im bodenschutzrechtlich geregelten Umweltbereich, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), 16. 08. 2012
https://www.labo-deutschland.de/documents/2_Anlage_Fachmodul__Boden-Altlasten_f06.pdf
- [6] Fachmodul Abfall – Kompetenznachweis und Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen (Untersuchungsstellen) im abfallrechtlich geregelten Umweltbereich, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), August 2012
http://www.laga-online.de/servlet/is/23875/FM-Abfall_08-2012.pdf?command=downloadContent&filename=FM-Abfall_08-2012.pdf
- [7] Fachmodul Wasser – Kompetenznachweis und Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen (Untersuchungsstellen) im wasserrechtlich geregelten Umweltbereich, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 23. 03. 2012
http://www.lawa.de/documents/FM_Wasser_23_Mrz_2012_of2.pdf
- [8] Fachmodul Luft – Kompetenznachweis und Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen (Untersuchungsstellen) im wasserrechtlich geregelten Umweltbereich, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 23. 03. 2012
http://www.lawa.de/documents/FM_Wasser_23_Mrz_2012_of2.pdf
- [9] 2. Entwurf Mantelverordnung: 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; Bundesministerium für Umwelt; 31.10. 2012
http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Wasser_Abfall_Boden/entw_mantelverordnung.pdf.pdf

Elutionsverfahren für die Untersuchung von Böden und Abfällen

Aktueller Stand

WOLFGANG BERGER, UTE KALBE, OLIVER KRÜGER & DIETER HENNECKE

Einleitung

Elutionsverfahren sind in den letzten Jahren zunehmend in das öffentliche Interesse gerückt.

Zum Einen steht dies im Zusammenhang mit der geplanten Einführung einer Mantelverordnung in Deutschland [1], im Rahmen derer die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) novelliert, eine Ersatzbaustoffverordnung eingeführt und die Deponieverordnung erweitert und modifiziert werden sollen. Dabei sollen die anzuwendenden Elutionsverfahren möglichst angeglichen werden und den aktuellen Erkenntnisstand widerspiegeln. Zum Anderen sind auch internationale Aktivitäten beispielsweise in Verbindung mit der Charakterisierung von Abfällen (CEN TC 292) und Untersuchung der Umweltverträglichkeit von Bauprodukten (CEN TC 351) zu berücksichtigen.

In Deutschland hatte sich seit den 80er Jahren das DEV S4 – Schüttelverfahren (DIN 38414, Teil 4) [2] etabliert, welches ursprünglich für die Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen Inhaltsstoffen in Schlämmen und Sedimenten mit einem Wasser/Feststoffverhältnis (WF) von 10 l/kg (10:1) entwickelt wurde. Mangels Alternativen wurde dieses Verfahren dann auch für die Untersuchung anderer Matrices eingesetzt.

In der BBodSchV von 1999, welche noch Bestand hat, ist für anorganische Stoffe neben dem Bodensättigungsextrakt das Schüttelverfahren WF 10:1 vorgeschrieben. Bei organischen

Stoffen sollen Säulen- oder Lysimeterversuche durchgeführt werden.

In der letzten Fassung der Deponieverordnung von 2012 sind das Schüttelverfahren WF 10:1 und zwei Säulenverfahren nach unterschiedlichen Normen genannt.

Den Schwerpunkt dieses Beitrages sollen Säulen- und Schüttelverfahren (Abb. 1 und 2) und nicht die weiteren Verfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von Feststoffen wie Trogverfahren, Lysimeterverfahren oder die Herstellung eines Bodensättigungsextrakts bilden.

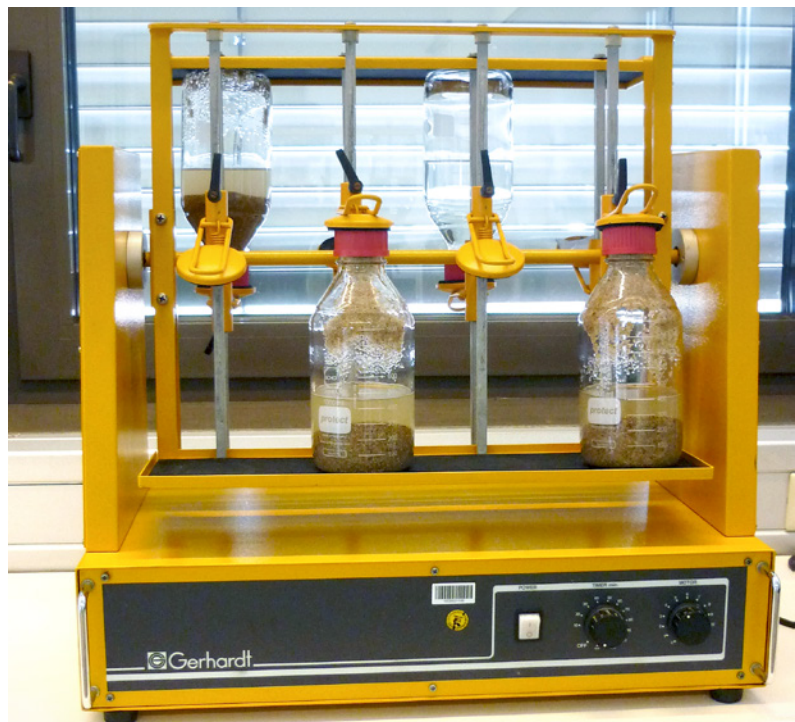


Abb. 1: Schüttelversuch mit Überkopfschüttler.



Abb. 2: Säulenversuchsanlage.

Nationale Forschungsaktivitäten

Zahlreiche Forschungsarbeiten zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit von Elutionsverfahren wurden bereits in den 1990er Jahren in Baden-Württemberg durchgeführt [3]. Anfang 2000 wurde das BMBF – Verbundforschungsvorhaben „Sickerwasserprognose“ mit über 40 Forschungsnehmern initiiert [4]. Im Ergebnis des Vorhabens wurde der Vorschlag unterbreitet, dass für die Ermittlung des Auslaugungsverhaltens von Boden- und Abfallmaterialien aussagekräftige Schüttel- und Säulenverfahren mit

einem Wasser / Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg eingeführt werden sollten [5]. Diese Empfehlung steht mit der Schlussfolgerung in Zusammenhang, dass die mit dem Schüttelverfahren WF 10:1 und dem Bodensättigungsextrakt ermittelbaren Konzentrationen nicht als Grundlage für die langfristige Prognose der Sickerwasserkonzentration geeignet sind. Daraufhin wurden Aktivitäten eingeleitet, um erforderliche neue Normen zu erarbeiten und zu validieren.

Nationale Normungsaktivitäten

Im zuständigen DIN-Normenausschuss NA-01-02-05 UA wurden zunächst die Normen DIN 19528 „Elution von Feststoffen- Perkolationsverfahren zur gemeinsamen Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen und organischen Stoffen“ und DIN 19529 „Elution von Feststoffen – Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen Stoffen mit einem Wasser / Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg“ erarbeitet. Im Auftrag des

BMU/UBA wurde durch die BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung die Validierung dieser Normen auf der Grundlage von Ringversuchen durchgeführt [6]. Damit konnten beide Normverfahren im Januar 2009 veröffentlicht werden. Das Säulenverfahren war zu diesem Zeitpunkt bei den organischen Schadstoffen allerdings nur für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) validiert.

Nach intensiver Diskussion im Normenausschuss und Modifizierung des Fest/Flüssig-Trennschrittes wurde zusätzlich der Normentwurf E DIN 19527 „Elution von Feststoffen – Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen

Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg erarbeitet, für welchen aber auch nur ein erster Ringversuch mit PAK in Böden durchgeführt wurde [7].

Jüngste Vorhaben zur Validierung von Elutionsverfahren

Vom BMU/UBA wurden im Zeitraum 2009–2012 zwei Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplans (UFOPLAN) zur Validierung von E DIN 19527 initiiert (Robustheitsuntersuchungen-FKZ 370974223, Validierungsringversuche – FKZ 371074208), um weitere prioritäre organische Schadstoffe (Mineralölkohlenwasserstoffe-MKW, polychlorierte Biphenyle-PCB, Phenole) in Böden

und Bodenmaterialien einzubeziehen. Die Bearbeitung beider Vorhaben wurde der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie (IME) Schmallenberg übertragen. Über die wichtigsten Ergebnisse wird im Folgenden berichtet.

Weitere Normen zur Elution von Feststoffen

Weitere Normen finden sich in der Reihe **DIN EN 12457 Teil 1–4** „Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung“ aus dem Jahr 2003. Sie beschreiben die Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen bei unterschiedlichen Randbedingungen:

- Teil 1 als einstufiges Schüttelverfahren mit einem WF von 2 l/kg und einer Korngröße unter 4 mm
- Teil 2 als einstufiges Schüttelverfahren mit einem WF von 10 l/kg und einer Korngröße unter 4 mm
- Teil 3 als zweistufiges Schüttelverfahren mit einem WF von 2 l/kg und 8 l/kg für Materialien mit hohem Feststoffgehalt und einer Korngröße unter 4 mm und
- Teil 4 als einstufiges Schüttelverfahren mit einem WF von 10 l/kg für Materialien mit einer Korngröße unter 10 mm

Die Normenreihe ist nur für anorganische Schadstoffe validiert und nicht für organische Stoffe anwendbar.

Für die in der Deponie-Verordnung neben DIN 19528 genannte Technische Spezifikation **DIN CEN/TS 14405** (2004) „Charakterisierung von Abfällen – Auslaugungsverhalten – Perkulationsprüfung im Aufwärtsstrom (unter festgelegten Bedingungen)“ laufen gegenwärtig Validierungsbestrebungen.

Die Technischen Spezifikationen **DIN ISO/TS 21268-Teil 1** und **2** (2010) „Bodenbeschaffenheit – Eluierungsverfahren für die anschließende chemische und ökotoxikologische Untersuchung von Boden und von Bodenmaterialien“ beinhalten Schüttelverfahren mit einem WF von 2 l/kg und 10 l/kg Trockenmasse. Säulenverfahren sind in **Teil 3** „Perkolationstest im Aufwärtsstrom“ enthalten.

Keines dieser Verfahren ist bisher validiert.

Ergebnisse der Validierung von DIN 19527

Robustheitstests

Für die Untersuchungen wurden vier Böden unterschiedlicher Bodenarten und physikalisch-chemischer Eigenschaften ausgewählt (Arbeitsbezeichnungen TL, US, LS, MS). Dazu gehören drei Referenzböden aus dem RefeSol-Programm von Fraunhofer IME [8] sowie ein Unterboden (Bodenmaterial im Sinne der BBodSchV).

Diese unbelasteten Referenzböden wurden mit kontaminierten Böden von Altlaststandorten verschnitten. Dabei handelte es sich um einen PAK-belasteten Boden von einem Altstandort eines Bahnschwellenimpregnierwerkes, einen MKW-haltigen Boden aus dem Bereich einer Panzerreparatureinheit einer WGT-Liegenschaft, einen PCB-haltigen Boden von einem Sanierungsgebiet (Kleingartenanlage) sowie einen phenolhaltigen Boden von einem Altstandort der Braunkohlenteer-verarbeitenden Industrie.

Die Proben wurden gemischt und unter Verwendung des Cross-Riffling-Verfahrens homogenisiert.

Im Rahmen der Robustheitsuntersuchungen wurden die Versuchsbedingungen der Eluatherstellung nach E DIN 19527 als „Elutionsstandardtest“ betrachtet und einige Bedingungen wurden gezielt variiert. Besonderes Augenmerk war auf die Behandlung der Eluate beim Überkopfschütteln und den Fest / Flüssig-Trennschritt (Zentrifugation vor der abschließenden Druckfiltration) gerichtet.

Folgende Variationen wurden experimentell geprüft:

- Einfluss der Umdrehungszahl des Überkopfschüttlers und der Schüttelzeit auf Trübung und Schadstoffkonzentration

- Einfluss von Zentrifugationsintensität und -dauer auf Trübung und Schadstoffkonzentration
- Einfluss der Druckfiltration auf die Trübung, die elektrische Leitfähigkeit und den pH-Wert.

Die Ergebnisse der Elutionsversuche zur Robustheitsprüfung haben gezeigt, dass bei normgerechter Vorgehensweise bei der Eluatherstellung reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden können. Das trifft für die wässrige Elution aller vier untersuchten organischen Kontaminanten aus den unterschiedlichen Bodenmaterialien zu.

Bei schwerer löslichen Kontaminanten ist die Trennung der festen von der flüssigen Phase der entscheidende Schritt der Eluatherstellung. Dabei kommt der Zentrifugation eine entscheidende Bedeutung zu. Bei normgerechter Zentrifugation können die erforderlichen Abscheidegrade auch bei unterschiedlichen Zentrifugationsintensitäten durch eine Anpassung der Zentrifugationsdauer reproduzierbar erreicht werden. Nicht normgerechtes Vorgehen kann zu erheblichen Fehlern führen (z. B. zu kurze Zentrifugationszeit [9]).

Die Auslaugung der organischen Schadstoffe ist erwartungsgemäß Bodenmatrix-abhängig. Ähnlich hohe Konzentrationen in den Feststoffen der vier Testmaterialien führten nicht zu vergleichbaren Konzentrationen in den Eluaten. Höchste PAK- und PCB-Konzentrationen wurden in den Eluaten des Testmaterials MS (Abb. 3), dem Boden mit der geringsten Sorptionskapazität, gemessen. Die höchsten MKW-Gehalte waren dagegen in den Eluaten des Materials LS enthalten (Abb. 4).

Tab. 1: Ausgangsböden für die Testmaterialien.

| Arbeitsbezeichnung | Kies % | Sand % | Schluff % | Ton % | Corg % | pH [-] | KAKeff mmolc/kg | Bodenart | Bodentyp |
|--------------------|--------|--------|-----------|-------|--------|--------|-----------------|----------|--------------|
| US | - | 69,5 | 26,7 | 3,8 | 0,99 | 4,92 | 27,5 | Su3 | Braunerde |
| TL | - | 21,6 | 53,4 | 25,0 | 3,52 | 4,97 | 118 | Lu | Braunerde |
| LS | - | 83,2 | 9,5 | 7,3 | 2,94 | 4,96 | 72 | St2 | Gley-Podsol |
| MS | 7,7 | 91,5 | 0,8 | - | 0,64 | 8,48 | 8,3 | mS | Aufschüttung |

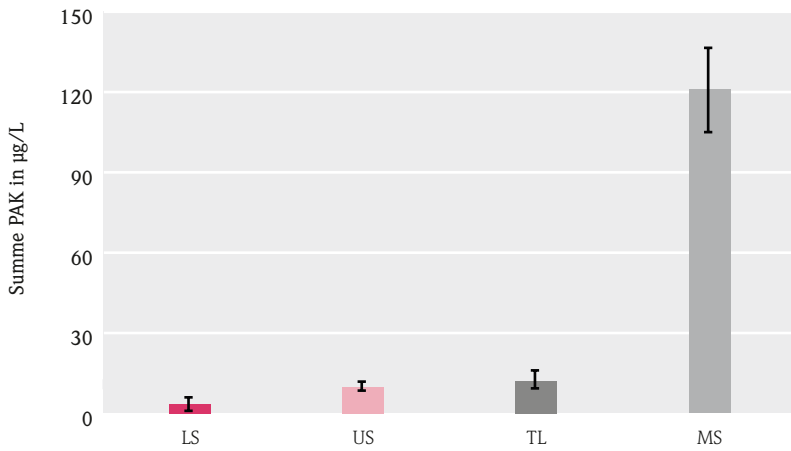


Abb. 3: Summe PAK im Elutionsstandardtest.

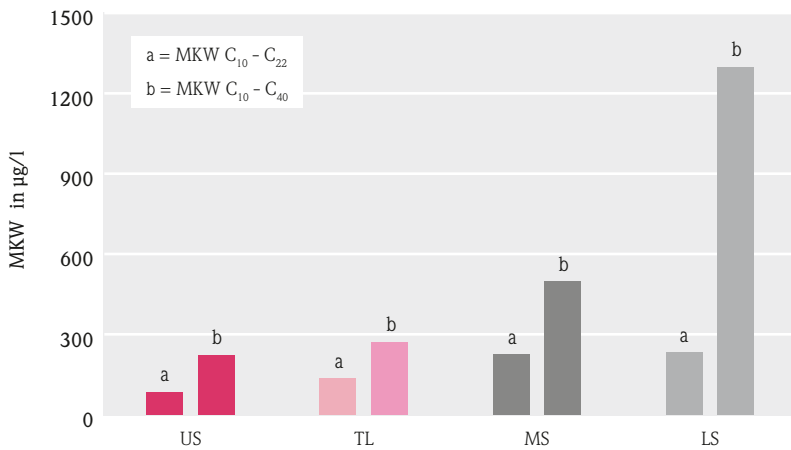


Abb. 4: Summe MKW im Elutionsstandardtest.

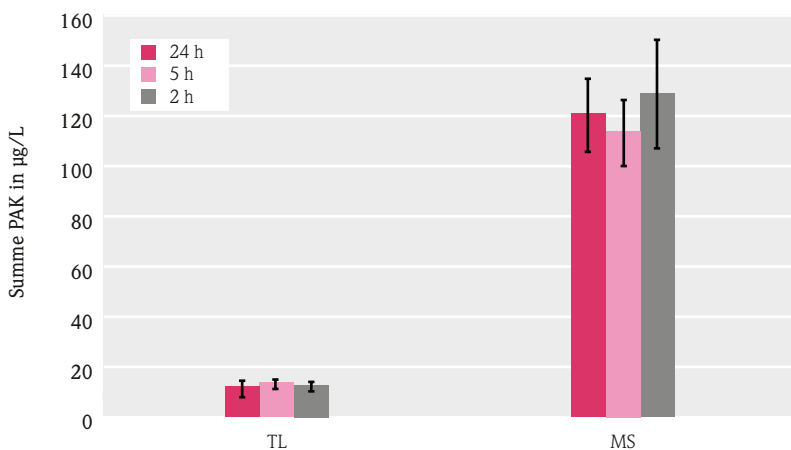


Abb. 5: Einfluss der Schüttelzeit auf die PAK-Konzentration im Eluat.

Der Einfluss der Schüttelzeit auf die PAK-, PCB- und Phenol-Konzentrationen erscheint gering (PAK Abb. 5). Nur bei den MKW-haltigen Testmaterialien wurden bei allen vier Böden bei einer Schütteldauer von 24 h die höchsten Konzentrationen im Eluat ermittelt (Abb. 6). Der Einfluss der Schüttelgeschwindigkeit ist eher unspezifisch.

Im Anschluss an die Robustheitsuntersuchungen wurde ein „kleiner Ringversuch“ mit fünf Teilnehmern und zentraler Analytik durchgeführt. Die Ergebnisse waren, vermutlich durch die Auswahl besonders erfahrener Labore und der zentralen Analytik, deutlich besser als beim nachfolgenden Validierungsringversuch. Die Ergebnisse der Robustheitsuntersuchungen sind im Abschlussbericht des Vorhabens dokumentiert [9].

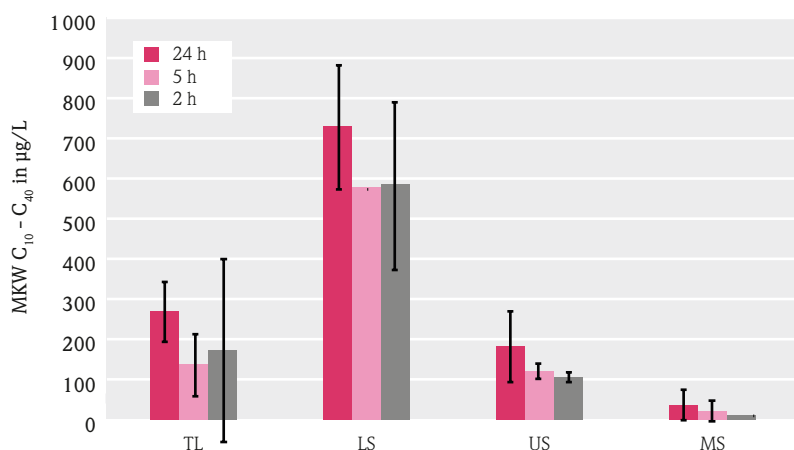


Abb. 6: Einfluss der Schüttelzeit auf die MKW-Konzentration im Eluat.

Validierungsringversuche

Die Ringversuche wurden im Zeitraum von 4/2011 bis 2/2012 durchgeführt und ausgewertet. An den Ringversuchen nahmen insgesamt 18 Labore teil (10 kommerzielle Umweltlabore, 5 Labore aus Bundes- und Landesbehörden, 3 Labore aus Universitäten und Forschungseinrichtungen), wobei die Teilnehmeranzahl je nach Schadstoff und Elutionsverfahren variierte.

Für die Herstellung der Ringversuchsmaterialien wurden zwei unbelastete Böden unterschiedlicher Bodenarten (TL-toniger Lehm, MS-Mittelsand) und physikalisch-chemischer Eigenschaften mit kontaminierten Böden von Altlaststandorten verschnitten. Vorgesehen waren die Schadstoffkombinationen PAK/PCB und Phenole/MKW/PAK.

Tab. 2: Schadstoffgehalte in den Ringversuchsmaterialien [mg/kg].

| | Parameter | TL Boden | MS Boden |
|---|---------------------|----------|----------|
| Ringversuchsmaterial PAK/PCB | PAK \sum_{15} | 7,43 | 8,77 |
| | PCB \sum_6 | 3,32 | 3,09 |
| | Phenole \sum_6 | 5,46 | 14,7 |
| Ringversuchsmaterial Phenole/MKW/PAK | MKW $C_{10}-C_{22}$ | 540 | 522 |
| | $C_{10}-C_{40}$ | 1999 | 1928 |
| | PAK \sum_{15} | 57,8 | 71,0 |

Die Testmaterialien wurden zusammen mit entsprechenden Schadstoff-Standardlösungen – zur Qualitätssicherung der Analytik – an die Teilnehmer versandt. Zu messen waren die jeweils relevanten

Schadstoffe, wobei bei der PAK-Analytik die Methode (HPLC oder GC MS) freigestellt war. Darüber hinaus waren die Begleitparameter pH, elektrische Leitfähigkeit, Trübung und DOC zu messen.

Für die Auswertung der eingegangenen Daten wurde die Auswertesoftware für Ringversuche ProLab 2011 (quo data) verwendet. Die Auswertung der Laborvergleichsuntersuchungen erfolgte auf der Grundlage klassischer Statistik nach DIN ISO 5725-2 [10]. Die Ergebnisse wurden durch eine Codierung der einzelnen Laboratorien anonymisiert dargestellt.

Als Sollwert wurde der Gesamtmittelwert der analysierten Eluate, sowohl für die Schadstoffe als auch für die begleitenden Parameter (Doppelbestimmung), herangezogen. Wichtige Kenngröße für die Bewertung der Reproduzierbarkeit des Verfahrens ist der relative Vergleichsvariationskoeffizient (CVR).

Die eingegangenen Datensätze zeigten für fast alle ermittelten Parameter eine vergleichsweise starke Streuung. Die Vergleichsvariationskoeffizienten (CVR) lagen für die Konzentrationen der Kontaminanten (Summe der EPA PAK, PCB, Phenole; MKW $C_{10}-C_{40}$) im Bereich von 34–71 % (Tabelle 4). Für Einzel-Parameter lagen die Konzentrationen teilweise noch höher. Ursache dafür könnten die teilweise sehr geringen Schadstoffgehalte in den Eluaten gewesen sein, die häufig unterhalb der Bestimmungsgrenzen der analytischen Verfahren lagen (insbesondere bei den schwerlöslichen, höhermolekularen PAK).

Die Verfahrenskenndaten repräsentieren die in der Praxis zu erwartenden Schwankungsbreiten der Ergebnisse bei Anwendung der zugrunde liegenden Norm. Vor dem Hintergrund der vergleichsweise schwierigeren Analytik organischer Schadstoffe sind die Ergebnisse

durchaus als zufriedenstellend zu bewerten. Die Ergebnisse der Validierungsringversuche sind im Abschlussbericht des Vorhabens [11] und in der DIN 19529 dokumentiert.

Tab. 3: Verfahrenskenndaten für DIN 19527.

| Parameter | Boden | l | n | n _A | n _{AP} | x | s _R | CV _R | s _r | CV _r |
|---|--|----|----|-----------------|--------------------------------------|-------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Summe PAK | TL-PAK/PCB | 13 | 25 | 2 | 7,4% | 13,5 | 8,3 | 61,8% | 2,6 | 19,4% |
| | MS-PAK/PCB | 13 | 25 | 2 | 7,4% | 88,3 | 50,9 | 57,6% | 5,2 | 5,8% |
| | TL-PH/MKW/PAK | 11 | 22 | 0 | 0% | 385,1 | 227,2 | 59,0% | 27,3 | 7,1% |
| | MS-PH/MKW/PAK | 10 | 19 | 3 | 13,6% | 468,5 | 199,3 | 42,5% | 11,7 | 2,5% |
| Summe PCB | TL-PAK/PCB | 12 | 24 | 2 | 7,7% | 0,460 | 0,158 | 34,3% | 0,052 | 11,3% |
| | MS-PAK/PCB | 12 | 23 | 2 | 8,0% | 1,569 | 0,770 | 49,1% | 0,108 | 6,9% |
| MKW C ₁₀ -C ₄₀ | TL-PH/MKW/PAK | 10 | 19 | 0 | 0% | 602,2 | 338,6 | 56,2% | 64,7 | 10,7% |
| | MS-PH/MKW/PAK | 10 | 21 | 0 | 0% | 704,9 | 454,1 | 64,4% | 118,9 | 16,9% |
| Summe Phenole | TL-PH/MKW/PAK | 6 | 12 | 0 | 0% | 2 055 | 1 148 | 55,9% | 949 | 46,2% |
| | MS-PH/MKW/PAK | 7 | 15 | 0 | 0% | 5 966 | 4 216 | 70,7% | 2 221 | 37,2% |
| l | Anzahl der Labore nach Ausreißereliminierung | | | S _R | Vergleichsstandardabweichung in µg/L | | | | | |
| n | Anzahl der ausreißerfreien Einzelanalysenwerte | | | CV _R | Vergleichsvariationskoeffizient in % | | | | | |
| n _A | Anzahl der Ausreißer | | | S _r | Wiederholstandardabweichung | | | | | |
| n _{AP} | Anzahl der Ausreißer in % | | | CV _r | Wiederholvariationskoeffizient | | | | | |
| x | Gesamtmittelwert in µg/l | | | | | | | | | |

Festlegungen zur Herstellung der Eluate nach Norm

In den nachfolgenden Tabellen 4 und 5 sind die wichtigsten in den Normen getroffenen Festlegungen zur Herstellung von Eluaten zusammengefasst. Dabei sind insbesondere die Unterschiede bei der Filtration bei der Untersuchung auf organische und anorganische Inhaltsstoffe zu beachten. Tabelle 6 zeigt den Zusammenhang zwischen Korngröße, Trockenmasse

und Gefäßgröße. Insbesondere bei relativ grobem Korn ergeben sich vergleichsweise große Mengen an einzusetzendem Probenmaterial, was bei den Schüttelversuchen ein Aufteilen der Proben auf mehrere Gefäße erforderlich macht. Dies kann den Aufwand bei Schüttelversuchen deutlich erhöhen.

Schüttelverfahren

Tab. 4: Festlegungen zu den Schüttelverfahren.

| | DIN 19529 Anorganik | DIN 19527 Organik |
|-----------------------------|---|--|
| Probenbehandlung | Probe unverändert im Original einsetzen (bis 32 mm Größtkorn), Überkorn absieben, brechen, z. T. zumischen | wie 19529 |
| | Bei grobem Korn Aufteilung auf mehrere Gefäße möglich (vgl. Tab.6), Eluat nach Dekantieren vereinigen | wie 19529 |
| Flüssig/Fest-Trennschritt | 24 h Schütteln bei 5–10 U/min, suspendierte Feststoffe 15 min absetzen, zentrifugieren (30 min bei mind. 2 000 g) | 24 h Schütteln bei 5–10 U/min, suspendierte Feststoffe 15 min absetzen, zentrifugieren bei 20 000 g 30 min oder 2 000 g 300 min (Tab. Anh. A Norm) |
| | Druckfiltration über 0,45 µm Membranfilter | Druckfiltration mit 0,7 µm Glasfaserfilter |
| | Ggf. Druckvariation in Abhängigkeit von Eluatmenge | entfällt |
| Trübung nach Zentrifugation | Keine Festlegung | < 20 FNU |

Tab. 5: Festlegungen zum Säulenverfahren.

| | DIN 19528 |
|---------------------------------------|---|
| Säulendurchmesser | 5–10 cm |
| Füllhöhe | Mind. das Vierfache des Innendurchmessers |
| Fließgeschwindigkeit | Variabel in Abhängigkeit von Material und Säulendimension bei Kontaktzeit von 5 h (40–60 cm/Tag) |
| Vorgeschriebenes WF-Verhältnis | Grundlegende Charakterisierung vier Eluatfraktionen (WF 0,3; 1,0; 2,0; 4,0) WF 2 Säulenschnelltest eine Eluatfraktion bis WF 2 |
| Flüssig/Fest-Trennschritt | Anorganik: Druckfiltration über 0,45 µm Membranfilter Organik: bei sehr trüben Eluaten Zentrifugation (mind. 2000 g) möglich |
| Trübung | < 100 FNU |

Tab. 6: Zusammenhang zwischen Korngröße, Trockenmasse und Gefäßgröße.

| Größtkorn mm | Trockenmasse g | Gefäßgröße l |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| ≤ 2 | 100 ± 5 | 0,5 |
| > 2 bis 10 | 250 ± 12,5 | 1,0 |
| > 10 bis 22,4 | 1 000 ± 50 | 5,0 |
| > 22,4 bis 32 | 2 500 ± 125 | 10,0 |

Vergleich der Ergebnisse des Übereinstimmungstests von Säulen- und Schüttelverfahren für organische Schadstoffe

Der direkte Vergleich der Ergebnisse des Übereinstimmungstests beider Elutionsverfahren zeigte keine systematischen Unterschiede auf. Dabei wurden die Ergebnisse des Elutionsstandardtests entsprechend DIN 19527 mit denen des Säulenversuchs nach DIN 19528 bis zum WF von 2 l/kg verglichen. Tendenziell wurden bei den Schüttelverfahren nach DIN 19527 etwas geringere Gesamtmittelwerte ermittelt, allerdings lagen sie immer in der gleichen Größenordnung wie im Übereinstimmungstest nach DIN 19528. Die Vergleichsvariationskoeffizienten

waren zumeist vergleichbar, waren aber auch in der Tendenz beim Schüttelverfahren etwas niedriger. Es zeigte sich, dass beide Elutionsverfahren bei den getesteten Materialien unter den gewählten Versuchsbedingungen zu ähnlichen Ergebnissen führten. Auch bei im Säulenversuch schwierig handhabbaren Materialien, wie dem tonig-lehmigen Boden (TL), führte z. B. die nach der Norm zulässige Zugabe von inertem Quarzsand zur Erhöhung der Durchlässigkeit zu vergleichbaren Ergebnissen wie im Schüttelversuch.

Ausblick

Die erarbeiteten Normen zur Elution von Böden und Abfällen werden aller Voraussicht nach in die geplante Mantelverordnung Eingang finden und damit ältere Vorschriften ersetzen.

Damit sind die Normungsaktivitäten im Bereich Elutionsverfahren vorerst abgeschlossen. Der zustän-

dige DIN-Normenausschuss hat es sich gegenwärtig zur Aufgabe gemacht, die Normen DIN 19527 und 19529 mit ihren jeweiligen Spezifika in einer einzigen einheitlichen Norm zu vereinigen. Die DIN 19528 wird nach fünf Jahren Bestand im Jahr 2014 erneut aufgegriffen und den neueren Erkenntnissen entsprechend präzisiert.

Literatur

- [1] BMU (2012): 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: 2. Arbeitsentwurf vom 31.10.2012
- [2] DIN 38414, Teil 4 (1984): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S), Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (S 4)
- [3] BLANKENHORN, I. (1994): Derzeitige Anwendung und Entwicklung von Elutionsverfahren: Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung. Vol. 11., Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [4] RUDEK, R., EBERLE, S. H. (2001): Der Förderschwerpunkt „Sickerwasserprognose“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung – Ein Überblick: altlasten spektrum, 10: 294–304
- [5] EBERLE, S. H., FREYAS, R., HUCKELE, S., HAAG, I., RÖDELSPERGER, M. (2010): Wissenschaftliche Begleitung und Ergebnisauswertung des Projektverbundes zum BMBF-Förderschwerpunkt „Sickerwasserprognose“: Abschlussbericht, Veröffentlichungen des TZW Karlsruhe, Bd.47: 202 S.
- [6] KALBE, U., BERGER, W., SIMON, F.-G. (2008): Durchführung von Ringversuchen zur Validierung der Normen E DIN 19528 und E DIN 19529 (Ersatzbaustoffverordnung und Novellierung BBodSchV): UFOPLAN FKZ 370733307, BAM Berlin, UBA-FB 001216
- [7] KÖRDEL, W. (2008): Gutachten, Eignung von E DIN 19529 zur Untersuchung der Elution von organischen Kontaminanten in Bodenmaterialien: FKZ 360 13 010, UBA, Fraunhofer IME
- [8] Fraunhofer IME (2009), www.RefeSol.de
- [9] BERGER, W., KALBE, U., KRÜGER, O., HENNECKE, D., KÖRDEL, W. (2011): Evaluierung von Elutionsmethoden – Durchführung von Robustheitsuntersuchungen zur Validierung von E DIN 19527 für ausgewählte Böden und Bodenmaterialien mit prioritären organischen Schadstoffen: FKZ (UFOPLAN) 3709 74 223, UBA-FB 001540, BAM Berlin
- [10] DIN 38402-42,(2005): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Allgemeine Angaben (Gruppe A) – Teil 42: Ringversuche zur Verfahrensvalidierung, Auswertung (A 42)
- [11] BERGER, W., KALBE, U., KRÜGER, O., HENNECKE, D., HOFFE, S. (2012): Validierungsringversuche für E DIN 19527 – Elution von Feststoffen – Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg für Boden- und andere geeignete Materialien: FKZ (UFOPLAN) 371074208, UBA-FB 001723, BAM Berlin

ALTEX-1D - Ein Berechnungsinstrument für Sickerwasserprognosen

VOLKER ZEISBERGER

Sickerwasserprognose

Seit Einführung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) im Jahr 1999 ist die Sickerwasserprognose ein wichtiges Instrument zur Beurteilung einer Grundwassergefährdung durch schadstoffhaltige Böden und sonstige Materialien.

Mit der Sickerwasserprognose gilt es abzuschätzen

- inwieweit Schadstoffe aus Böden/Materialien durch versickernden Niederschlag (Sickerwasser) gelöst und somit mobilisiert werden
- mit welchen Konzentrationen/Frachten die im Sickerwasser gelösten Schadstoffe die ungesättigte Zone durchwandern, wobei eine mögliche Schadstoffminderung infolge von Abbau- und Rückhalteprozesse zu berücksichtigen ist
- mit welchen Konzentrationen/Frachten die Schadstoffe letztlich in das Schutzgut Grundwasser gelangen; die Grundwasseroberfläche wird gemäß der BBodSchV als „Ort der Beurteilung (OdB)“ festgelegt.

Die nachfolgende Abbildung [1] stellt zwei typische Fallgestaltungen dar, bei denen eine Sickerwasserprognose durchzuführen ist (links undichte Ölfässer; rechts Produktionsrückstände; beide Schadstoffquellen befinden sich in der ungesättigten Bodenzone).

Zur Sickerwasserprognose hat das HLUG im Jahr 2001 das Handbuch Altlasten „Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser (Sickerwasserprognose)“ veröffentlicht [1]. Schwerpunkt des Handbuchs ist die orientierende Untersuchung. Speziell für Detailuntersuchungen steht eine

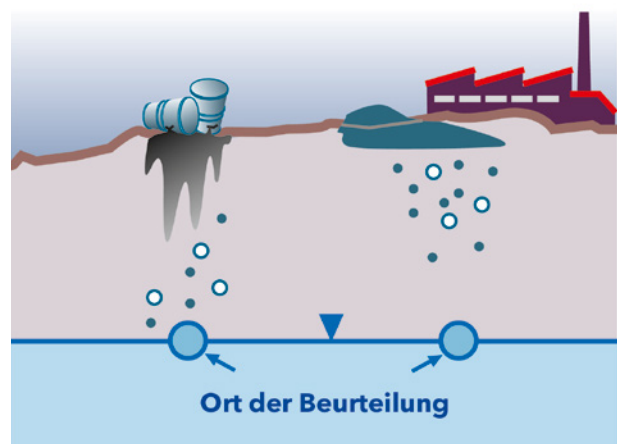


Abb. 1: Typische Fallgestaltungen für Sickerwasserprognosen.

Arbeitshilfe der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) zur Verfügung: „Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen“ [2]. Das Stofftransportmodell ALTEX-1D ist Teil der LABO-Veröffentlichung. Das hessische Umweltministerium hat den Bodenschutzbehörden empfohlen, die LABO-Arbeitshilfe „Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen“ und ALTEX-1D als Arbeitsmaterial ergänzend zum o.g. hessischen Handbuch Altlasten zu verwenden.

Während das hessische Handbuch eine **verbal-argumentative** Sickerwasserprognose beschreibt, empfiehlt die LABO-Arbeitshilfe den Einsatz des Stofftransportmodells ALTEX-1D, um eine **quantitative Abschätzung** von Schadstoffkonzentrationen und -frachten zu ermöglichen.

ALTEX-1D

Das Stofftransportmodell ALTEX 1-D ermöglicht eine quantifizierende Abschätzung des Schadstoffeintrags in das Grundwasser (Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$], Frachten [g/a]), der durch belastetes Sickerwasser verursacht wird. Grundlage von ALTEX-1D ist die analytische Lösung der eindimensionalen Advektions-Dispersions-Transportgleichung.

Ein wichtiger Aspekt von ALTEX 1-D ist, dass es auf EXCEL basiert und daher keine spezielle Software benötigt wird. Zudem ist es kostenfrei verfügbar. Viele Hilfsinstrumente, z. B. zur Bestimmung der Sickerwasser- und Abbauraten, sind in ALTEX-1D

integriert. Hauptanwender sind Ingenieurbüros, die im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung eine Sickerwasserprognose erstellen. Seitens der Vollzugsbehörden kann ALTEX-1D angewendet werden, um Gutachten zur Sickerwasserprognose auf Plausibilität zu prüfen oder um eigene Abschätzungen und Szenario-Betrachtungen durchzuführen.

Nach Eingabe der erforderlichen Informationen (s. Tab. 1) wird die zukünftige, am Ort der Beurteilung zu erwartende Schadstoffkonzentration als Grafik angezeigt (s. Abb. 2).

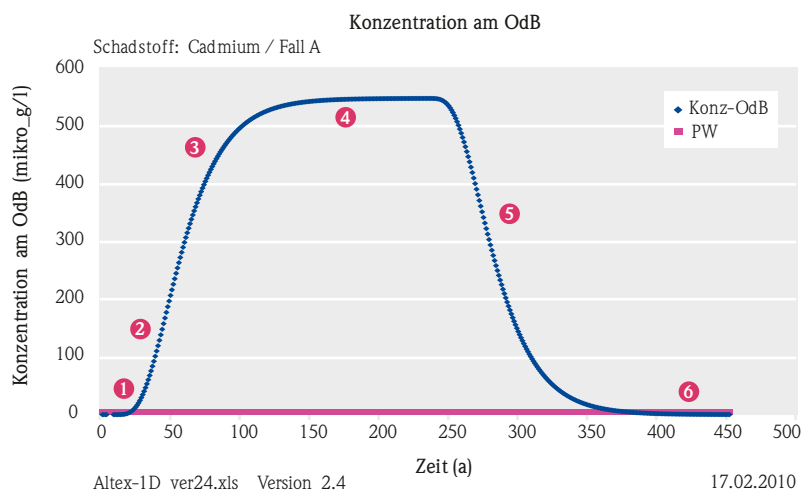


Abb. 2: Zukünftige Schadstoffkonzentrationen an der Grundwasseroberfläche (Ort der Beurteilung OdB) in Abhängigkeit von der Zeit errechnet mittels ALTEX-1D bei einem Fallbeispiel.

Erläuterungen zu Abb. 2:

- 1 Die aus der Schadstoffquelle freigesetzten Schadstoffe sind auf dem Weg durch die ungesättigte Bodenzone. Die Schadstoffe haben die Grundwasseroberfläche (Ort der Beurteilung OdB) noch nicht erreicht, daher ist die Schadstoffkonzentration am OdB noch „Null“.
- 2 Nach ca. 20 Jahren erreicht die Schadstofffront das Grundwasser. Die Schadstoffkonzentration am OdB steigt an und übersteigt den Prüfwert der BBodSchV (rosa Linie).
- 3 Nach ca. 50 Jahren ist die Schadstoffkonzentration am OdB deutlich angestiegen. Rückhalteprozesse, die bei 2 noch deutlich auftreten, verlieren an Wirksamkeit (z. B. weil die Sorptionsfähigkeit des Bodens gegenüber Schadstoffen erschöpft ist).
- 4 Die Schadstoffkonzentration am OdB erreicht ein Plateau bei ca. 550 $\mu\text{g/l}$.
- 5 Die ursprüngliche Schadstoffquelle ist weitgehend erschöpft, d. h. es werden weniger Schadstoffe aus der Quelle freigesetzt. Die Schadstoffkonzentrationen am OdB sinken.
- 6 Nach ca. 370 Jahren wird der Prüfwert der BBodSchV wieder unterschritten.

Tab. 1: Eingabedaten ALTEX-1D bei einem Fallbeispiel (Berechnungsergebnisse sind in roter Schrift dargestellt).

| Transportbetrachtung Fallkonstellation A konstante Quellkonzentration | | Bearbeiter: ALA-UA | |
|--|-------------|----------------------------------|---------------|
| gelbe Felder: Eingabefelder | | Projekt: Fallbsp. 1/Basisfall AH | |
| rote Schrift: berechnete Werte | | Datum Bearbeit.: 23.10.12 | |
| | | Version 2.4 | |
| Kennwert/Parameter | Symbol | Einheit | Wert |
| Schadstoff | | | Cadmium |
| Prüfwert BBodSchV oder GFS | PW oder GFS | mg/l | 5,00 |
| Kontaminierte Fläche | F | m ² | 1700,0 |
| Ort der Beurteilung (u.GOK) | OdB | m | 3,5 |
| Oberkante Quelle (u.GOK) | OKq | m | 0,0 |
| Unterkante Quelle (u.GOK) | UKq | m | 0,5 |
| Bodenart (KA5) | | | Su2 |
| Feldkapazität | FK | % | 23,0 |
| Trockenraumdichte Quelle | rb-Q | kg/dm ³ | 1,30 |
| Trockenraumdichte Transportstr. | rb-zs | kg/dm ³ | 1,50 |
| Gesamtgehalt | G | mg/kg TM | 476,000 |
| Gesamtmasse Quelle | $M_{Sch,F}$ | kg | 525,980 |
| Mobilisierbarer Anteil | M_{mob} | % | 10,0 |
| Quellkonzentration | c_0 | mg/l | 550,0 |
| Vorbelastung Transportstrecke | c_i | mg/l | 0,0 |
| Emissionsdauer | t_e | a | 225,0 |
| Quellstärke | J_{s1} | mg/(m ² ·a) | 137,5 |
| Sickerwasserrate | SWR | mm/a | 250,0 |
| Länge Transportstrecke | z_s | m | 3,0 |
| Sickerwassergeschw | v_{sm} | m/a | 1,087 |
| Schadstoffverweilzeit | t_{stm} | a | 56,8 |
| Dispersivitäts-Skalenfaktor | f_d | | |
| long. Dispersivität | a_z | m | 0,300 |
| long. Disp.koeff. | D_z | m ² /a | 0,326 |
| lin. Verteilungskoeff. | k_d | l/kg | 3,000 |
| Retardationsfaktor | R | | 20,6 |
| Halbwertszeit Abbau | $T_{1/2}$ | a | 1 000 000,000 |
| Abbaukoeffizient | λ | 1/a | 0,000 |

Neben der in Abbildung 2 dargestellten Schadstoffkonzentration am OdB sind weitere Erkenntnisse zu beachten, um die Grundwassergefährdung beurteilen zu können. Ein wichtiges Berechnungsergebnis ist die am OdB ankommende Schadstofffracht, ausgedrückt in Gramm Schadstoff pro Jahr [g/a]. Die relevanten Berechnungsergebnisse werden in ALTEX-1D als Tabelle angegeben (s. Tab. 2):

Bei einigen Eingabeparametern, wie z. B. die Abbaurate, ist es empfehlenswert, mehrere Sickerwasser-

prognose-Szenarien bei variierenden Eingabedaten zu erstellen. Damit können beispielsweise „worst-case“-Szenarien und „plausible“ Szenarien nebeneinander gestellt werden.

Weitere Informationen zu ALTEX-1D stehen im Internet bereit: www.hlug.de, dann weiter über „Altlasten“, „Altlastenbearbeitung“, „Sickerwasserprognose / Elutionsverfahren / Saugkerzen“. Dort sind ebenfalls die u. g. Literaturquellen zu finden.

Tab. 2: Berechnungsergebnisse von ALTEX-1D tabellarisch dargestellt bei einem Fallbeispiel.

| Berechnung nach analytischer Lösung „van Genuchten“ | | | |
|---|----------------|------------------------|---------|
| Konzentrations- und Frachtberechnung am OdB | | | |
| max. Konzentration | C_{max} | mg/l | 549,9 |
| Zeitpunkt der max. Konz. | t_{cmax} | a | 236,0 |
| Zeitpunkt PW-Überschr. | $t_{pwü}$ | a | 21,0 |
| Zeitpunkt PW-Unterschr. | t_{pwu} | a | 376,0 |
| Dauer PW-Überschr. | t_{pw} | a | 355,0 |
| Schadstoffemission Quelle | E_{s1ges} | kg | 52,598 |
| Schadstoffemission GW | E_{s2ges} | kg | 52,548 |
| max. Fracht GW | E_{s2max} | g/a | 233,707 |
| mittl. Fracht GW | $E_{s2mittel}$ | g/a | 148,024 |
| max. Emissionsstärke GW | J_{s2max} | mg/(m ² ·a) | 137,5 |
| mittl. Emissionsstärke GW | $J_{s2mittel}$ | mg/(m ² ·a) | 87,1 |
| mobilisierbare Masse | M_{mob} | kg | 52,598 |
| Abbruchkriterium | | | |

Fallbeispiel

Ein Industriestandort wurde rückgebaut mit dem Ziel, ein Gewerbegebiet mit 20 % Grünflächenanteil zu entwickeln. Mittels 100 tiefenhorizontierten Bodenanalysen wurden durchschnittlich 25 mg/kg PAK (max. ca. 300 mg/kg PAK) ermittelt. Weiterhin wurden an ausgewählten Proben Säulenversuche nach DIN 19528 zur Ermittlung der Eluierbarkeit der PAK durchgeführt. Die PAK liegen wahrscheinlich sorbiert am Bodenkorn vor, Hinweise auf DNAPL (z. B. Teeröle) gibt es am Standort nicht.

Für die Bodenschutzbehörde galt es folgende Fragen zu klären:

- Geht von den PAK-Bodenbelastungen eine Gefahr für das Grundwasser aus?
- Wenn ja, in welchen Bereichen sind Sicherungsmaßnahmen (z. B. vollständige Versiegelung, Teilversiegelung) erforderlich?

Zur Klärung dieser Fragen wurde seitens des Büros HPC das Berechnungsinstrument ALTEX-1D eingesetzt. Die Eingabedaten (z. B. Halbwertszeiten, mobilisierbarer Anteil, Quellkonzentration) wurden in enger Abstimmung mit dem HLUG zusammengestellt.

Für ALTEX-1D wurden drei „typische“ PAK ausgewählt:

- Naphthalin (2-Ring): mit vergleichsweise hoher Mobilität und Abbaubarkeit
- Phenanthren (3-Ring): mit mittlerer Mobilität und Abbaubarkeit
- Benzo[a]pyren (5-Ring): mit geringer Mobilität und sehr geringer Abbaubarkeit

Standortverhältnisse und Geologie:

Die kontaminierte Fläche beträgt 32 000 m². PAK wurden in den Auffüllungen bis maximal 3,5 m u. GOK festgestellt. Der Flurabstand beträgt 18 m. Der natürliche Untergrund setzt sich aus Sanden mit kiesigen und schluffigen Anteilen zusammen.

Anwendung von ALTEX-1D:

Für die drei Schadstoffe Naphthalin, Phenanthren und Benzo[a]pyren wurden jeweils ein **worst-case-Szenario** und ein **plausibles Szenario** gerechnet. Beispielhaft wird das worst-case-Szenario für Naphthalin genannt. Die Eingabeparameter (Auswahl) sind:

- | | |
|---|----------|
| • Prüfwert | 2 µg/l |
| • Maximalgehalte im Boden | 25 mg/kg |
| • Mobilisierbarkeit | 100 % |
| • Quellkonzentrationen (konstante Quelle) | 4 µg/l |
| • Sickerwasserrate (Teilversiegelung) | 100 mm/a |
| • k_d (bei $C_{org} = 0,05 \%$) | 0,9 l/kg |
| • Halbwertszeit | 5 a |

ALTEX-1D errechnet eine Prüfwertüberschreitung am OdB (8 µg/l), die in ca. 100 Jahren auftreten wird und über Jahrtausende anhalten wird (Abb. 3). Die

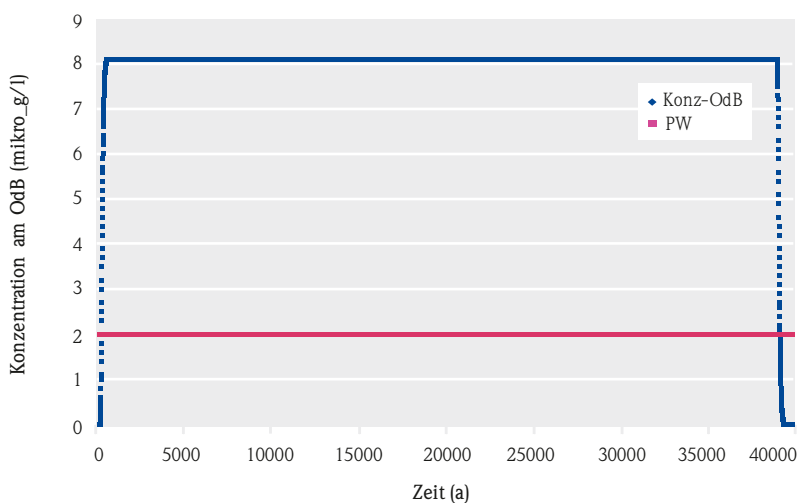


Abb. 3: Zukünftige Schadstoffkonzentrationen an der Grundwasseroberfläche (Ort der Beurteilung OdB) für das Szenario „worst-case-Naphthalin“.

maximale Fracht ist mit 0,08 g/d als „gering“ einzustufen, siehe Handbuch Altlasten Band 3 Teil 7 [5].

Beim **plausiblen Szenario** für Naphthalin (Halbwertszeit 1 Jahr statt 5 Jahre, Quellkonzentration 4,5 µg/l statt 45 µg/l) ergibt die Berechnung mit ALTEX-1D, dass keine Prüfwertüberschreitung am OdB zu erwarten ist.

Für Benzo[a]pyren wurde sowohl im worst-case-Szenario als auch im plausiblen Szenario die Annahme getroffen, dass kein Abbau stattfindet. Insofern zeigen beide Szenarien Prüfwertüberschreitungen, jedoch erst in 15 000 Jahren (worst-case) bzw. > 60 000 Jahren (plausibles Szenario). Für Phenanthren ergaben sich wie erwartet Berechnungsergebnisse, die zwischen Naphthalin und Benzo[a]pyren liegen.

Fazit:

Selbst im unwahrscheinlichen Fall (worst-case-Szenario) ist nur eine geringe Grundwassergefährdung gegeben: Für Naphthalin liegt zwar eine 4fache Prüfwertüberschreitung vor, jedoch sind die Naphthalin-Frachten gering. Für Benzo[a]pyren wird (bei der Annahme, dass kein biologischer Abbau stattfindet) zwar eine deutliche Prüfwertüberschreitung errechnet, aber erst in ca. 15 000 Jahren. Die plausiblen Szenarien fallen deutlich günstiger aus: Bei Naphthalin ist keine Prüfwertüberschreitung zu erwarten, bei Benzo[a]pyren erst in > 60 000 Jahren.

Wegen des sehr **langen Zeitraums** bis zum Eintreten der prognostizierten GW-Verunreinigung und unter Berücksichtigung mehrerer **Szenarien (worst-case, plausibel)** sieht die zuständige Behörde davon ab, Sicherungsmaßnahmen (Versiegelungen) zu fordern.

Der Einsatz von ALTEX-1D hat sich am Standort bewährt. Auch wenn die Berechnungsergebnisse mit hohen Unsicherheiten behaftet sind (z. B. wegen der großen Unsicherheiten bei der Abschätzung der Halbwertszeit), ergibt sich durch die Betrachtung der drei ausgewählten PAK-Vertreter und verschiedener Szenarien ein gutes Bild, wie die Grundwassergefährdung am Standort einzuschätzen ist.

Literatur

- [1] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten Band 3 Teil 3 „Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser (Sickerwasserprognose)“, 2. Auflage 2002, www.hlug.de/start/altlasten/arbeitshilfen/band-3-erkundung-von-altflaechen/teil-3.html
- [2] Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz: Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen Stand 10/2006 mit redaktionellen Anpassungen im Hinblick auf die Verbesserungen des Excel-Arbeitsblattes ALTEX-1D (Stand 12/2008) www.labo-deutschland.de/documents/Ah_Du_1208_732_8fa.pdf
- [3] Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz: ALTEX-1D als EXCEL-Datei; eine aktualisierte Fassung inkl. Seminarunterlagen wird durch das Niedersächsische Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) zur Verfügung gestellt. www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=809&article_id=870&psmand=4
- [4] Niedersächsisches Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG): ALTEX-1D, Analytische Lösung der 1D-Transportgleichung mit MS-EXCEL, Benutzungsanleitung Ver. 2.4 www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=809&article_id=870&psmand=4
- [5] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten Band 3 Teil 7 „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen“, 2008

Die Anwendung forensischer Methoden am Beispiel eines LCKW- und eines MKW-/BTEX-Grundwasserschadens

HELMUT DÖRR

1 Einleitung

Forensische Untersuchungsmethoden in der Altlastenbearbeitung sind in Deutschland noch wenig bekannt. Hierbei geht es um Untersuchungen hinsichtlich Zeitpunkt, Ablauf, räumlicher und stofflicher Herkunft einer Boden- und/oder Grundwasserverunreinigung, und damit um die Ermittlung von Verursachern bzw. Handlungsstörern.

Die Ergebnisse forensischer Untersuchungen sind in den USA und in einigen europäischen Ländern (z. B. Frankreich und Großbritannien) anerkannte Beweismittel bei Gerichtsverfahren, Grundstücks- und Firmentransaktionen sowie bei Versicherungsfällen. Vor allem bei Grundstücks- und Firmentransaktionen in der chemischen, pharmazeutischen und Mineralöl-Industrie werden Vorbelastungen des Bodens und Grundwassers zur Klärung von Haftungsfragen mit Hilfe forensischer Methoden untersucht und als

sogenannte „Baseline-Studien“ in Kaufverträge übernommen. Neuerdings können forensische Methoden auch im Rahmen von Ausgangszustandsberichten gemäß IED-Richtlinie sinnvoll eingesetzt werden.

Durch eine gute interdisziplinäre Zusammenarbeit können die forensischen Methoden über die eigentliche Zielstellung der Ermittlung eines oder mehrerer Verursacher hinaus weitere wertvolle Informationen für die Altlastenbearbeitung z. B. im Rahmen der Gefährdungsabschätzung oder der Sanierungsplanung liefern, wie z. B. die

- Präzisierung des geologisch-hydrogeologischen Standortmodells,
- Quantifizierung von eingetragenen Schadstoffmengen,
- Bewertung des natürlichen Abbaus organischer Schadstoffe.

2 Untersuchungsstrategie

Die Anwendbarkeit forensischer Methoden in der Altlastenbearbeitung ist in hohem Maß vom jeweiligen Schadensfall, der Schadstoffgruppe und der zu bearbeitenden Fragestellung abhängig. Die wichtigsten Anwendungen sind die Verursacherermittlung bei MKW-, BTEX-, PAK- und LCKW-Schadensfällen, sowie die Identifikation und anteilige Quantifizierung der Beiträge mehrerer Quellen bzw. Verursacher zu einer Schadstofffahne.

Es ist sinnvoll, forensische Untersuchungen frühestens im Untersuchungsstadium der Detailuntersuchung und lediglich in Ausnahmefällen bereits beim

Kenntnisstand einer orientierenden Untersuchung durchzuführen. Sowohl die Planung als auch die Auswertung forensischer Untersuchungsergebnisse müssen unter Einbeziehung aller relevanten Standortdaten und Informationen erfolgen.

Vor der Planung forensischer Untersuchungen und der Aufstellung eines Untersuchungskonzeptes sollte eine Forensische Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. Diese beinhaltet die Klärung folgender Fragen:

- Welche konkreten Ziele haben die forensischen Untersuchungen?
- Welche Aussagegenauigkeit müssen die foren-

- sischen Ergebnisse haben?
- Welche forensischen Methoden sind im vorliegenden Fall anwendbar?
- Wie hoch ist die Chance, dass die vom Auftraggeber vorgegebene Zielstellung erreicht wird?
- Ist der Aufwand der Forensik (im Sinne von Kosten-Nutzen) verhältnismäßig?

Eine solche forensische Machbarkeitsstudie kann häufig ohne großen Aufwand durchgeführt werden.

Auf der Basis der Machbarkeitsstudie wird ein zielgerichtetes Untersuchungskonzept erstellt. Das Untersuchungskonzept sollte wenn möglich ein stufenweises, adaptives Vorgehen vorsehen, da es zur Erreichung eines bestimmten Beweisniveaus häufig notwendig ist, die in einem ersten Schritt erhaltenen Ergebnisse zu verifizieren oder zu präzisieren. Außerdem ist ein sogenannter Multi-Methoden-Ansatz zur Erhöhung der Aussagesicherheit sinnvoll. Darunter ist der Einsatz mehrerer voneinander unabhängiger Methoden zur Beantwortung derselben Fragestellung zu verstehen. In jedem Fall ist es erforderlich, die Ergebnisse der forensischen Untersuchungen zusammen mit den Ergebnissen der standardmäßigen

Altlastenerkundung auszuwerten und deren Plausibilität zu verifizieren.

Es ist von entscheidender Bedeutung, die Nutzungszeiträume potentieller Störer dokumentieren zu können. Daher spielt die historische Recherche (z. B. Mietverträge, Auswertung von Luftbildern zu verschiedenen Befliegungszeiträumen, Akten der Kataster- und Grundbuchämter) eine besonders wichtige Rolle in der Beweisführung.

Neben der fachkundigen Auswertung sollte bei der Berichterstellung in besonderem Maße Wert auf eine gute Verständlichkeit gelegt werden. Insbesondere wenn zu erwarten ist, dass sich nicht fachspezialisierte Beteiligte wie z. B. Juristen oder Verwaltungsbeamte mit den Ergebnissen befassen werden, ist eine klare, verständliche und dennoch korrekte Darstellung der Ergebnisse erforderlich. Außerdem sollte in jedem Gutachten eine Bewertung der Genauigkeit und Aussagekraft sowie der Grenzen und Einschränkungen der angewendeten Methoden und Ergebnisse enthalten sein. Nähere Ausführungen zur Untersuchungsstrategie sind in [1] zu finden.

3 Forensische Methoden

Die wichtigsten forensischen Methoden in der Altlastenbearbeitung sind:

- Fingerprinting,
- Isotopenmethoden,
- Spurenstoffe und Additive,
- Isotopenhydrogeologische Methoden [1],
- Dendrochemische Forensik [1],[3],[4].

Die derzeit in Deutschland gängigsten forensischen Methoden in der Altlastenbearbeitung und zahlreiche Anwendungsbeispiele sind in einem Statusbericht aus dem Jahr 2009 zusammengefasst [2].

Die Anwendung dieser Methoden ist in [1] und [3] beschrieben. Im Folgenden wird an Hand von Beispielfällen die Anwendung ausgewählter forensischer Methoden erläutert.

4 Fallbeispiele

4.1 BTEX-Fingerprinting

Die Methode des Fingerprinting beruht auf der unterschiedlichen Zusammensetzung eines Stoffgemisches aus Einzelkomponenten und deren Veränderung mit der Zeit bzw. in Abhängigkeit der im

Untergrund ablaufenden physikalisch/chemischen/biochemischen Prozesse. So kann man im Rückschluss aus dem gemessenen Komponentenspektrum auf die Herkunft, Zusammensetzung oder das „Alter“ der Verunreinigung schließen.

Abbildung 1 zeigt beispielhaft wie sich die relative Verteilung der BTEX-Einzelkomponenten in Benzin verändert, wenn es einer Verdunstung unterliegt, im Wasser gelöst wird bzw. einem mikrobiologischen Abbau unterworfen ist. Die Verteilungsmuster (Fingerprints) der BTEX-Einzelkomponenten sind in einem sogenannten Sterndiagramm aufgetragen, bei dem die Konzentration bzw. der relative Anteil einer jeden Einzelsubstanz vom Zentrum aus nach außen zunehmend aufgetragen ist. Durch diese Art der Darstellung kann man bereits durch eine optische Aus-

wertung Informationen über die relevanten Prozesse bzw. den Schadenshergang erhalten. Die Konzentrationen der Einzelkomponenten kann man natürlich auch rechnerisch, z. B. über die Verhältnisbildung der Konzentrationen von Benzol zu Xylol auswerten [1].

Abbildung 2 zeigt beispielhaft die BTEX-Fingerabdrücke im Grundwasser eines Schadensfalls mit Mineralölprodukten. Die unterschiedlichen Fingerabdrücke weisen auf verschiedene Schadensursachen bzw. Schadenshergänge hin. Das Bild links deutet auf

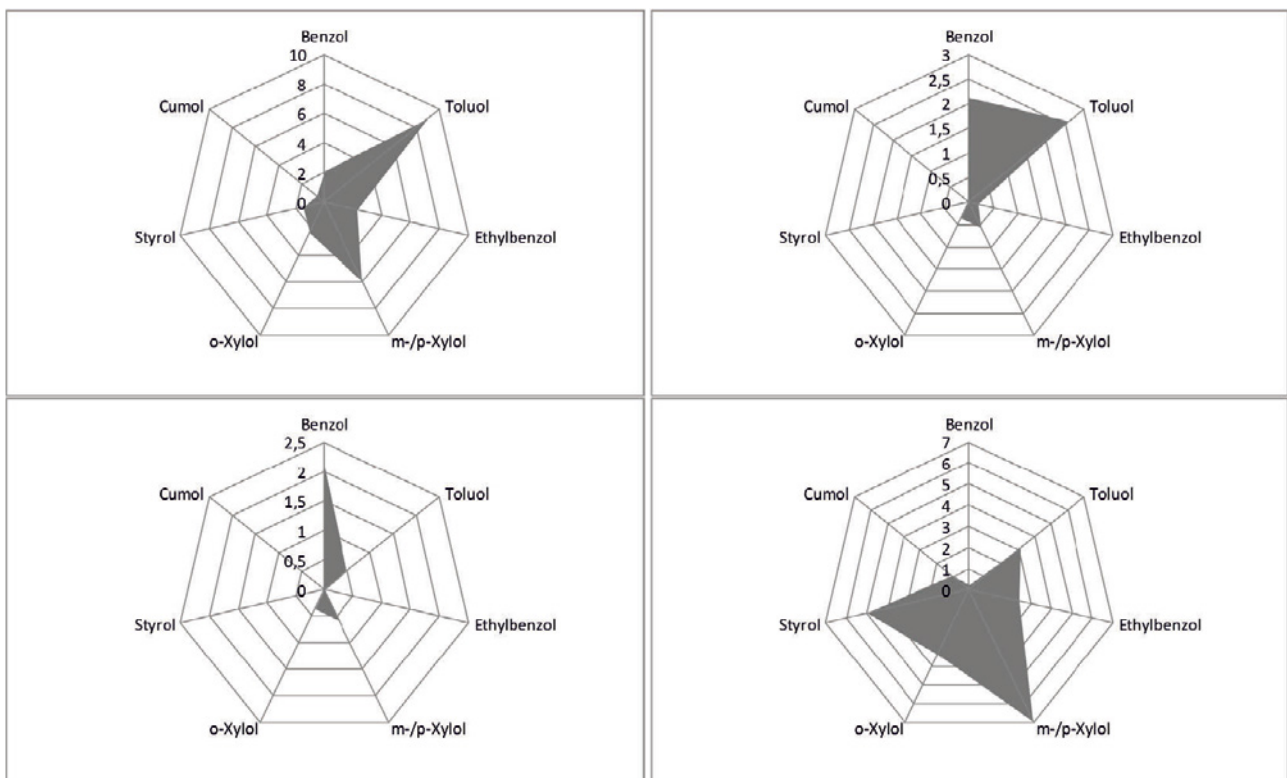


Abb. 1: Beispielhafte BTEX-Verteilungsmuster im Benzin (Bild links oben), im Wasser gelöst (Bild rechts oben), nach einem mikrobiologischen Abbau (Bild links unten) und nach einer Verdunstung (Bild rechts unten).

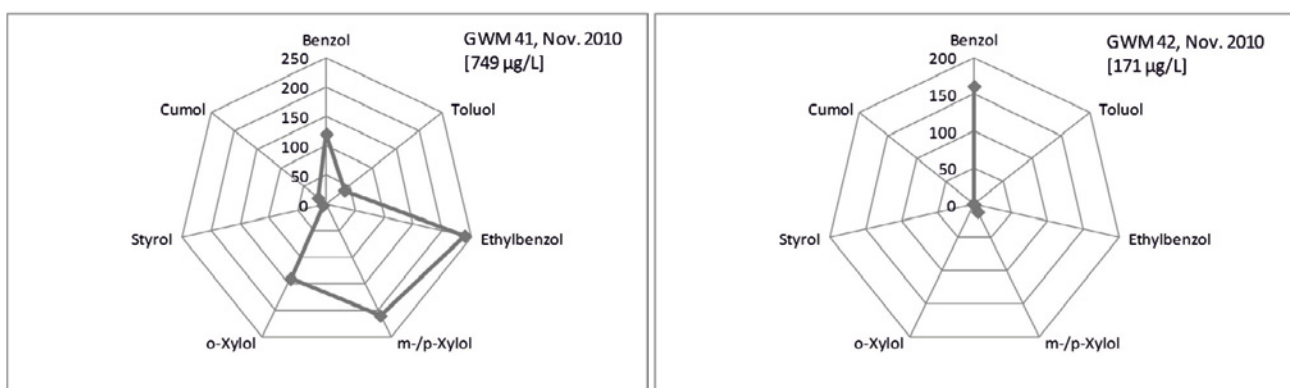


Abb. 2: Beispiele für BTEX-Verteilungsmuster im Grundwasser.

einen Eintrag in Phase (mit anschließender Lösung im Sicker- bzw. Grundwasser) hin, während das rechte Bild auf einen Verdunstungseinfluss hinweist, d.h. dass der Schaden an der Oberfläche stattgefunden hat (z.B. Tropfverluste beim Tanken).

In ähnlicher Weise lassen sich die MKW-Chromatogramme und auch die PAK-Verteilungsmuster auswerten [1], [2].

4.2 Spurenstoffe und Additive

Als Spurenstoffe bezeichnet man allgemein Substanzen, die nur in sehr geringen Konzentrationen in einem Produkt vorkommen. Unter Additiven versteht man Substanzen, die den Mineralölprodukten zur Erzielung oder Verbesserung bestimmter Eigenschaften zugegeben werden. Da sich der Einsatz von Additiven und Spurenstoffen im Laufe der Zeit geändert hat, können sie Informationen über den Zeitpunkt bzw. die Zeitdauer und damit auch über den Verursacher einer Verunreinigung liefern. Beispiele

für Spurenstoffe und Additive sind der im Rohöl und in Mineralölprodukten enthaltene Schwefel, das Benzin-Blei, MTBE (Methyl-tert-butylether), Farbstoffe und sogenannte Biomarker wie z.B. Sterane.

MTBE wird dem Vergaserkraftstoff als Antiklopffmittel zugesetzt. Es löste das Benzin-Blei wegen dessen Gesundheits- und Umweltgefährdung ab. MTBE ist als konservativer Tracer gut für forensische Untersuchungen geeignet.

Die MTBE-Produktion begann in Deutschland im Jahr 1976. Es dauerte dann noch bis Anfang der 1980er Jahre, bis verbleites Benzin vollständig vom Markt verschwunden war.

Findet man in einer Probe MTBE und kann man durch andere Untersuchungen feststellen, dass es sich um einen Benzinschaden handelt, kann man davon ausgehen, dass die Kontamination etwa ab Ende der 1970er Jahre bzw. ab etwa Mitte der 1980er Jahre in den Untergrund eingetragen wurde (verbleites Normalbenzin ist seit 1988 verboten).

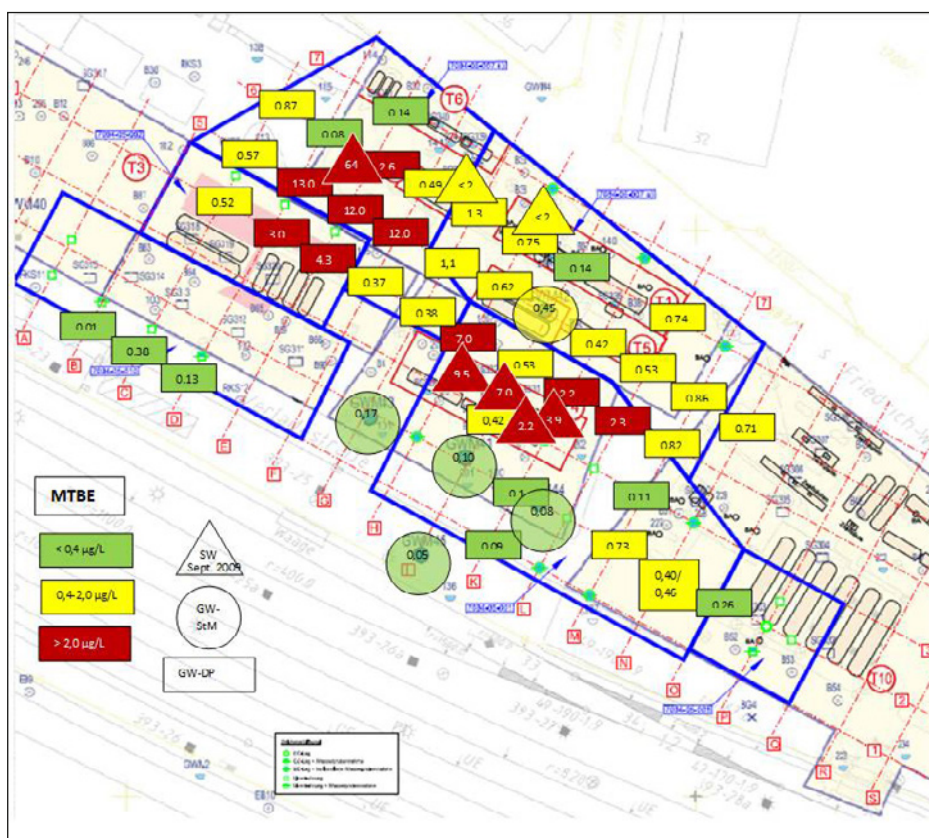


Abb. 3: MTBE-Konzentrationen im Grundwasser.

Abbildung 3 zeigt die räumliche Verteilung von MTBE im Grundwasser eines Schadensfalls auf einem Standort mit mehreren Schäden und Schadensabläufen. Die Konzentrationen wurden an Sickerwasser- und Grundwasserproben sowie an Proben aus einer Direct-Push-Untersuchung analysiert. Es zeichnen sich deutlich zwei Konzentrationsschwerpunkte ab, die als zwei unterschiedliche Eintragsstellen eines jungen (nach Anfang der 1980er Jahre) Benzinschadens, der auf Grund der BTEX-Fingerabdrücke als oberflächennaher Schaden durch Tropfverluste bewertet wurde.

Da der Schaden räumlich gut eingegrenzt werden konnte, wurde eine Bilanzierung der im Grundwasser vorhandenen MTBE-Menge möglich. Es ergab sich eine Gesamtmenge von ca. 40 g MTBE und mit einem mittleren MTBE-Gehalt im Benzin von ca. 2,5% etwa 1,6 kg bzw. maximal ca. 2 Liter Benzin. Dies bestätigt den Befund des Schadenshergangs als Tropfverluste.

4.3 Bestimmung der Anteile eines Nachbarschadens zu einer hydraulischen LCKW-Sanierung, Isotopenmethode

Der Kohlenstoff in den LCKW besteht aus den Isotopen ^{12}C und ^{13}C (das radioaktive Isotop ^{14}C spielt für die hier vorliegende Fragestellung keine Rolle). Je nach Herstellungsprozess, Herstellerfirma und Produkt, sowie in Abhängigkeit des Schadenshergangs und der Schadenausbreitung können die einen Grundwasserschaden verursachenden LCKW ein schadenstypisches $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis besitzen.

Diese sogenannte Primärsignatur kann sich mit der Zeit insbesondere durch mikrobiologische Abbauvorgänge im Untergrund stark verändern.

Die Primärsignatur lässt sich jedoch mit Hilfe der gemessenen Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse der LCKW-Einzelkomponenten der mikrobiologischen Abbaureihe PCE - TCE - DCE - VC - Ethen und den jeweiligen Konzentrationen rekonstruieren [3]. Diese Methode beruht auf dem Gesetz der Massenerhaltung in einem geschlossenen System. Das bedeutet, dass die Anzahl der ^{13}C -Atome, z. B. in der eingetra-

genen Menge an PCE und TCE, sich zwar im Zuge des mikrobiellen Abbaus ständig auf die einzelnen Substanzen der Abbaureihe umverteilt, die Gesamtmenge jedoch immer gleich bleibt.

Die Primärsignatur erhält man demnach durch die Aufsummierung der relativen Anteile der molaren Konzentrationen der Einzelkomponenten multipliziert mit den zugehörigen $\delta^{13}\text{C}$ -Werten [3].

Grundvoraussetzung für die Anwendung dieser Methode ist, dass alle LCKW-Komponenten und insbesondere alle Abbauprodukte erfasst werden, und dass das Grundwassersystem abgeschlossen ist, d. h. dass keine LCKW-Komponenten, insbesondere nicht die gasförmigen Abbauprodukte, in die ungesättigte Bodenzone oder die Atmosphäre entweichen können.

Abbildung 4 zeigt beispielhaft die ^{13}C -Primärsignaturen im Grundwasser eines Standortes, bei dem auf der hellgrauen, gestrichelt umrandeten Fläche eine hydraulische Sanierung des Schadens A durchgeführt wird, bei der der Verdacht bestand, dass ein LCKW-Schaden auf einem Nachbargrundstück (Schaden B, dunkelgraue Fläche) teilweise mitsaniert wird [3].

Mit Hilfe der forensischen Isotopenmethode konnte gezeigt werden, dass sich die beiden Schäden, auf Grund einer unterschiedlichen Handhabung und eines unterschiedlichen Schadenshergangs, in ihrer Primärsignatur unterscheiden. Mit Hilfe einer Zwei-Komponenten-Mischungsrechnung konnten die relativen Anteile des Schadens B in den Sanierungsbrunnen des Schadens A und den Grundwassermessstellen im Zustrom von A abgeschätzt werden.

Die Anteile des Schadens B in den Brunnen und Messstellen (dunkelgrau hinterlegt) sind in Abbildung 5 dargestellt. Mit den forensischen Untersuchungen konnte der Verdacht bestätigt werden, dass mit der hydraulischen Sanierung des Schadens A auch Teile des Schadens B erfasst werden bzw. in Richtung des Schadensbereichs A verlagert wurden.

Mit diesen Methoden lassen sich auch verschiedene Quellen und Beiträge zu einer LCKW-Fahne ermitteln.

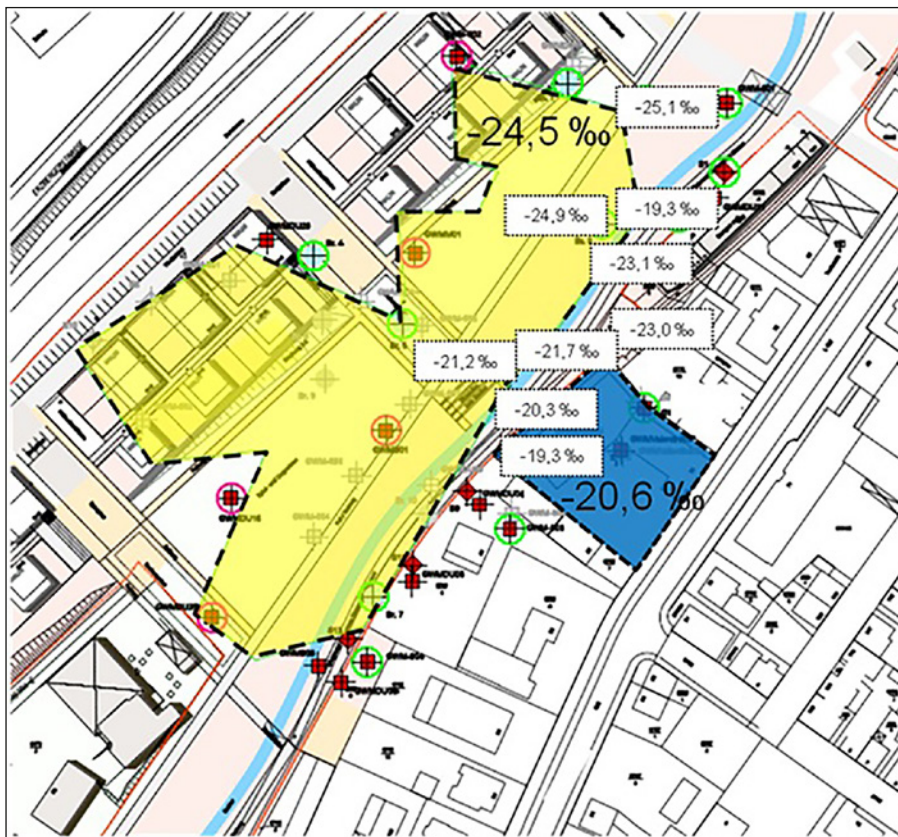


Abb. 4: ¹³C- Primärsignaturen im Grundwasser.

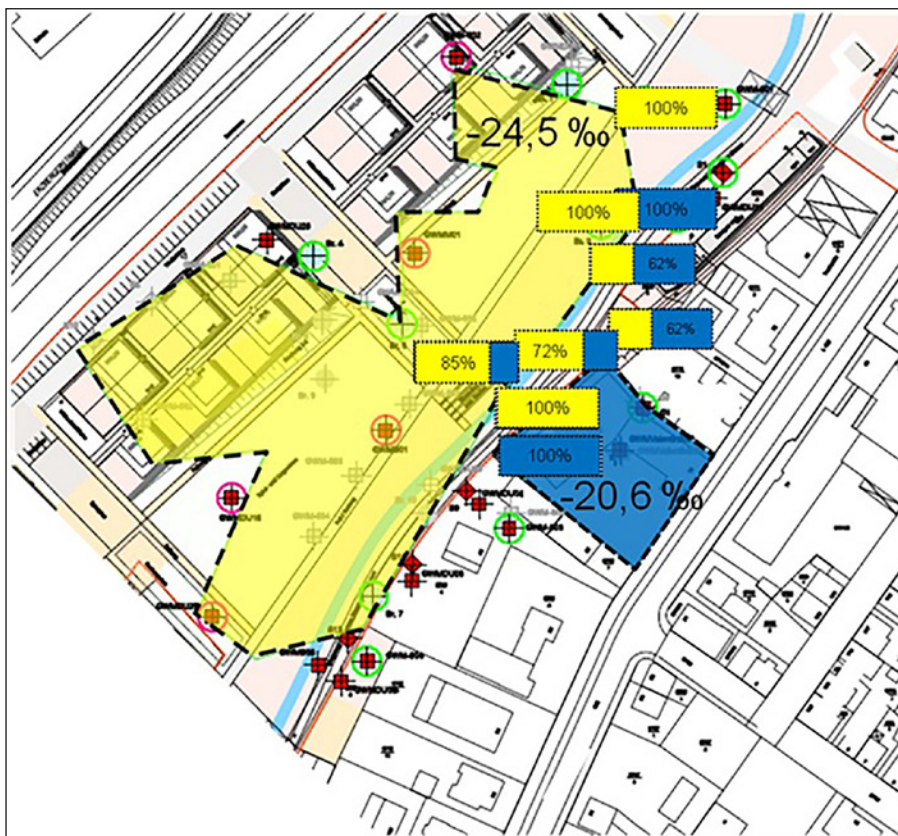


Abb. 5: Relative Anteile das Schadens B (dunkelgrau hinterlegt) in Brunnen und Messstellen.

5 Zusammenfassung

Es ist ein zunehmendes Interesse an der Klärung der Verursacherfrage, insbesondere im Rahmen der Wiedernutzbarmachung von langjährig industriell und gewerblich genutzten Flächen, festzustellen. Die Anwendung forensischer Methoden in der Altlastenbearbeitung zur Ursachen- und Verursacheranalyse ist bisher in der deutschen Altlastenpraxis jedoch noch wenig verbreitet, könnte aber hierfür den Schlüssel liefern.

Der vorliegende Beitrag erläutert die wesentlichen forensischen Methoden und gibt Beispiele für die Anwendung zur Rekonstruktion und Identifikation der Schadensursache, des Ortes und Zeitpunkts und damit zur Ermittlung des Verursachers einer Boden- oder Grundwasserverunreinigung durch mineralölbürtige Kohlenwasserstoffe und LCKW (Lösemittel).

Wesentliche Elemente einer forensischen Untersuchung sind eine vorlaufende Forensische Machbarkeitsstudie, ein stufenweises Untersuchungskonzept, die Anwendung mehrerer, voneinander unabhängiger Methoden, die Einbeziehung aller Untersuchungsergebnisse aus der Altlastenbearbeitung in die Auswertung, sowie eine Bewertung der Aussage-sicherheit der Ergebnisse.

Forensische Untersuchungen bedeuten einen zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand im Rahmen eines Altlastenprojektes. In [2] wurden für eine Reihe von unterschiedlich großen und komplexen Fällen eine Kostenspanne von wenigen Tausend Euro bis einige Zehntausend Euro angegeben. Im Rahmen einer Forensischen Machbarkeitsstudie ist deshalb auch immer eine Kosten-/Nutzen-Betrachtung durchzuführen. Das Kosten-/Nutzen-Verhältnis kann durch ein gestuftes und interdisziplinäres Vorgehen optimiert werden.

Die forensischen Ergebnisse liefern im Fallbeispiel zusätzlich wertvolle Informationen und Hinweise für die Gefährdungsabschätzung nach BBSchG, wie z. B. die Berechnung der ins Grundwasser eingetragenen Schadstoffmenge und die Plausibilisierung des geologischen Standortmodells. Damit können forensische Untersuchungen bei sinnvoller und interdisziplinärer Anwendung nicht nur zur Ermittlung des Verursachers beitragen, sondern auch einen wertvollen Beitrag zur Altlastenbewertung liefern.

6 Literaturverzeichnis

- [1] DÖRR, H. UND HIESL, E. S., Die Anwendung forensischer Methoden in der Altlastenbearbeitung - Methoden und Beispiele zur Ursachen- und Verursacheranalyse bei MKW-, BTEX- und PAK-Schäden in Boden und Grundwasser, Handbuch der Altlastensanierung und Flächenmanagement (FRANZIUS, V., ALTENBOCKUM, M., GEROLD, T. (Eds.)), 3. Auflage, 66. Aktualisierung, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm München, 2012
- [2] ERTEL, T., DÖRR, H., BLESSING, M., HANSEL, H., PHILIPPS, R., REBEL, M. SCHÖNDORF, T., Forensische Verfahren in der Altlastenbearbeitung, Herausgegeben vom Arbeitskreis Innovative Erkundungs-, Sanierungs- und Überwachungsmethoden des Altlastenforums Baden-Württemberg e. V., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, (Nägele u. Obermiller), ISBN 978-3-510-39014-4, 2009
- [3] DÖRR, H., Die Anwendung forensischer Methoden in der Altlastenbearbeitung - Methoden und Beispiele zur Ursachen- und Verursacheranalyse bei CKW - Schäden, Handbuch der Altlastensanierung und Flächenmanagement (FRANZIUS, V., ALTENBOCKUM, M., GEROLD, T. (Eds.)), 2013 (in Druck)
- [4] BALOUET, J.-C. et al., Use of dendrochronology and dendrochemistry in environmental forensics: Does it meet the Daubert Criteria? Environmental Forensics 10, pp. 268-276, 2009

Aktualisierung des Fachmoduls Boden-Altlasten; Anforderungen an Untersuchungsstellen im bodenschutzrechtlich geregelten Umweltbereich

BERND STEINER

Die 1998 erarbeitete und im darauffolgenden Jahr von allen Bundesländern unterzeichnete „Verwaltungsvereinbarung über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich“ [1] legt zum ersten Mal bundeseinheitlich fest, dass in diesen Bereichen tätige Laboratorien/Messstellen – heute als Konformitätsbewertungsstellen (KBS) bezeichnet – Mindeststandards bezüglich ihrer Analysenqualität zu erfüllen haben. So sind zum Nachweis der entsprechenden Kompetenz die Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025 [2] (früher DIN EN 45001) einzuhalten. Zugleich wird verlangt, dass für die Ausübung der Prüf- und Überwachungsaufgaben in den jeweiligen Regelungsbereichen (Abfall, Bodenschutz etc.) die von den Ländern festgelegten „bereichsspezifischen Anforderungen (fachliche Einzelmodule)“ zu erfüllen und somit ein Mindestumfang geeigneter Untersuchungsverfahren vorzuhalten ist.

Die Verwaltungsvereinbarung sieht ausdrücklich vor, dass die durch die Länder erteilte Notifizierung (Zulassung, Anerkennung, Benennung, Bekanntgabe) sich auch der Kompetenzfeststellung durch ein Akkreditiersystem bedienen dürfe, wenn in diesem Rahmen die Vorgaben der Fachmodule eingeschlossen sind. Zum damaligen Zeitpunkt (2000) war es daher folgerichtig, dass Akkreditierer und Länder übereinkamen, Kompetenzfeststellungen gegenseitig anzuerkennen [3]. Eine Regelung, die mit dem Inkrafttreten des Akkreditierstelle-Gesetzes zum 1.1.2010 [4] und der Einrichtung der Deutschen Akkreditierstelle DAkkS hinfällig geworden ist, da Begutachtungen zur Feststellung der Kompetenz, die der Akkreditierung einer KBS dienen sollen, vollständig der Aufsicht der DAkkS unterliegen müssen.

Die bereichsspezifischen, bodenschutzrechtlichen Anforderungen hat die LABO dann durch Vorlage des

„Fachmodul Boden und Altlasten“ vom 20. Oktober 2000 [5] definiert. Der Forderung des § 18 BBodSchG [6], wonach Untersuchungsstellen, die Aufgaben nach diesem Gesetz wahrnehmen, die für diese Aufgabe erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit besitzen sowie über die erforderliche Geräteausstattung verfügen müssen, kann aber erst dadurch nachgekommen werden, dass in den Ländern das Fachmodul in entsprechende Verordnungen umgesetzt wird. Diese im Laufe der zurückliegenden Jahre von ca. der Hälfte der Bundesländer durchgeführte Umsetzung, zeitigte Unterschiede, die eine gegenseitige Anerkennung der Notifizierungen gelegentlich unmöglich machte.

So war in einigen Bundesländern die Möglichkeit eröffnet worden, Untersuchungsstellen auch dann zu notifizieren, wenn nur Probenahme und Vor-Ort-Untersuchungen durchgeführt wurden. Der zugrundeliegende pragmatische Ansatz, nämlich einer Vielzahl nur probenehmender Ingenieurbüros auch eine Zulassung zu gewähren, war zwar verständlich, stand aber im Widerspruch zur Intention des Fachmoduls, in dem ausgeführt wird: „Die Probenahme einschließlich der Vor-Ort-Bestimmungen bildet keinen eigenständigen Untersuchungsbereich, sondern ist entweder an die Untersuchungsbereiche 1–8 oder an die Notifizierung eines Sachverständigen nach § 18 BBodSchG, der Aufgaben als Untersuchungsstelle wahrnimmt, gebunden.“

Auch die Bekanntgabe notifizierter Untersuchungsstellen nach § 18 BBodSchG in der Datenbank ReSyMeSa (Recherchesystem Messstellen und Sachverständige) [7] konnte zumindest bis Anfang 2008 zu Missverständnissen führen. Entgegen der Definition in ReSyMeSa wonach der Buchstabe a in allen Untersuchungsbereichen Probenahme, b die Vor-Ort-Bestimmungen und c die Laborbestimmungen repräsentieren sollte, nutzten einige Länder a für die

Kennzeichnung von Probenahme einschließlich Vor-Ort-Bestimmungen, b für sogenannte Basisparameter und c für weitere Parameter. Dieses Problem wurde 2008 zwar durch eine neue Einordnung und Kennzeichnung behoben, das änderte aber nichts an dem Fortbestehen unterschiedlich notifizierbarer Untersuchungsbereiche.

Parallel zu den Schwierigkeiten bei der gegenseitigen Anerkennung von Ländernotifizierungen, war das Fachmodul hinsichtlich der Anforderungen der EU-Dienstleistungsrichtlinie [8], aktualisierter Untersuchungsverfahren sowie anstehender Änderungen der zu novellierenden Bodenschutzverordnung zu überarbeiten. Des Weiteren sollte eine Angleichung an die sonstigen Fachmodule im Umweltbereich erfolgen. Einen entsprechenden Auftrag erteilte die LABO auf ihrer 37. Sitzung im März 2010, der schließlich zur Einrichtung eines Ad-hoc-Unterausschusses „Fortschreibung des Fachmoduls Boden/Altlasten“ durch den ständigen Altlastenausschuss (ALA) führte. Der Ad-hoc-Unterausschuss nahm seine Arbeit mit der ersten Sitzung am 17.9.2010 auf.

Den Vertreterinnen/Vertretern aus den 11 Bundesländern war bewusst, dass die EU-Dienstleistungsrichtlinie eine gegenseitige europaweite Anerkennung der in einem Bundesland erteilten Notifizierung bewirkt und daher eine Harmonisierung der in die Länderverordnungen umzusetzenden Anforderungen zwingend erforderlich macht. Das Bemühen, diese Vorgaben und Anforderungen umzusetzen, resultierte in der nunmehr vorliegenden zweiten Version des Fachmoduls Boden/Altlasten. Die LABO hat diese Fassung der ACK/UMK zur Kenntnis gegeben und zugleich darum gebeten, der Veröffentlichung zuzustimmen und eine Empfehlung an die Länder und die DAkkS auszusprechen, die Teile II und III im Rahmen der Kompetenzfeststellung anzuwenden. Dieser Bitte ist seitens der ACK/UMK Mitte November 2012 in Kiel entsprochen worden.

Teil I beschreibt beispielhaft „Regelungen für das Notifizierungsverfahren“, die in entsprechenden Länderverordnungen umgesetzt werden können. Teil II (Verfahren zur Ermittlung und Kontrolle der fachlichen Kompetenz) und Teil III (Untersuchungsbereiche) sollen dagegen als verbindlich gelten.

Gegenüber der ersten Fassung mit 8 Untersuchungsbereichen führt das neue Fachmodul nur noch 3 Untersuchungsbereiche auf. Angesichts der „geringen Nachfrage“ wurde auf die ursprünglich vorhandenen Untersuchungsbereiche 6 (Trockene und nasse Deposition), 7 (Waldbodenuntersuchungen) und 8 (Untersuchungen zur Beurteilung der terrestrischen Ökotoxizität von Schadstoffen) mit Zustimmung des ständigen Ausschusses „Vorsorgender Bodenschutz“ verzichtet. Des Weiteren erfolgte eine Neugliederung der Untersuchungsbereiche. So beinhaltet der neue „Untersuchungsbereich 1: Feststoffe“, neben „Probenahme und Vor-Ort-Untersuchungen“ (Teilbereich 1.1) die drei alten Untersuchungsbereiche 1–3 „Feststoffe, anorganische Parameter“, „Feststoffe, organische Parameter“ und „Feststoffe, Dioxine und Furane“ als Teilbereiche 1.2 bis 1.4.

Der neue „Untersuchungsbereich 2: Eluate und Perkolate, wässrige Medien“ nutzt die in der BBodSchV verwendeten Begrifflichkeiten und entspricht dem alten Untersuchungsbereich 4: „Grund-, Sicker-, Oberflächenwasser“. Er gliedert sich in die Teilbereiche Probenahme und Vor-Ort-Untersuchungen (2.1), Labor – Analytik anorganische Parameter (2.2) und Labor – Analytik organische Parameter (2.3). Der neue „Untersuchungsbereich 3: Bodenluft/ Deponiegas“ entspricht dem alten Untersuchungsbereich 5: „Bodenluft und Deponiegas“.

Jeder dieser Teilbereiche ist für sich allein notifizierbar. Allerdings müssen dafür alle im Teilbereich aufgeführten obligatorischen Parameter beherrscht werden. Somit ist der Forderung, notifizierte Untersuchungsstellen für Probenahme und Vor-Ort-Untersuchungen zu ermöglichen, Rechnung getragen worden. Die Teilbereiche Probenahme und Vor-Ort-Untersuchungen weisen insofern zusätzliche Besonderheiten auf, als hierfür auch Sachverständige nach § 18 BBodSchG als Untersuchungsstelle notifiziert werden können. Sie unterliegen hierbei den gleichen Qualitätsanforderungen wie eine ‚normale‘ Untersuchungsstelle, d.h. die Anforderungen der DIN EN ISO 17025 sind einzuhalten. Dieses lässt sich ggf. auch durch vertragliche Verpflichtung Dritter realisieren, die die Funktion der Stellvertretung, des Qualitätsmanagementbeauftragten etc. ausüben. Eine weitere Besonderheit ist die Möglichkeit, dass Boh-

rungen und Ausgrabungen insbesondere bei Einsatz von schwerem Gerät auch von Dritten ausgeführt werden können, solange die Untersuchungsstelle hierfür die Kompetenz nachweist und die Auswahl der Proben selbst durchführt.

Die derzeitige Regelung einiger Bundesländer aufzugreifen und einen Teilbereich „Basisparameter“ einzuführen, wurde nicht befürwortet. Diese Untergliederung hätte zur Folge gehabt, dass z. B. Probenvorbereitung und -aufbereitung, sowie Bestimmung von Trockenmasse, pH-Wert oder TOC nicht zur Kompetenz eines Labors hätten gehören müssen, das beispielsweise die Notifizierung des Teilbereichs 1.2 „Labor – Analytik anorganische Parameter“ beantragt. Die grundsätzliche Eignung eines derartigen Labors müsste in hohem Maße als fraglich angesehen werden. I. Ü. war die Abtrennung der Basisparameter im Wesentlichen durch das Fehlen von Gerät und Verfahren zur Bestimmung der bodenphysikalischen Parameter Rohdichte und Korngrößenverteilung hervorgerufen worden. Um dieser Problematik zu begegnen, wurden Parameter geringerer Relevanz optional gestellt. D. h., die Befähigung, derartige Bestimmungen durchführen zu können, ist wünschens-

wert, aber nicht notwendige Bedingung zur Erlangung der Notifizierung des jeweiligen Teilbereichs.

Das Instrument „Optionalität“ ist auch genutzt worden, um schon heute Parameter zu berücksichtigen, deren Bestimmung voraussichtlich mit der Novellierung der BBodSchV erforderlich werden, wie sprengstofftypische Verbindungen, MKW, BTEX, zusätzliche Elemente etc. Durch die Möglichkeit zur Notifizierung und Aufnahme in ReSyMeSa soll für die Labore ein Anreiz geschaffen werden, entsprechende Verfahren zu etablieren und vorzuhalten.

Auch wenn nach heutigem Kenntnisstand in nächster Zeit keine Novellierung der BBodSchV zu erwarten ist, besteht Konsens, alle kürzlich überarbeiteten Fachmodule des Umweltbereichs möglichst gleichzeitig wirksam werden zu lassen. Im Rechtsbereich des Bodenschutzes ist hierfür eine Umsetzung in die jeweiligen Länderverordnungen erforderlich. Diese Aufgabe muss zügig und weitestgehend zeitgleich erledigt werden, um der Akkreditierstelle den Startschuss für eine bundeseinheitliche Kompetenzfeststellung entsprechend den Anforderungen des neuen Fachmoduls Boden/Altlasten geben zu können.

Literatur

- [1] Verwaltungsvereinbarung über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich, 20.11.1998
- [2] DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- [3] Vereinbarung der Länder mit den beteiligten Akkreditierungsstellen zur Zusammenarbeit bei der Akkreditierung und Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich, 26.10.2000
- [4] Gesetz über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31.7.2009, Bundesgesetzblatt Jg. 2009, Teil I Nr. 51
- [5] Fachmodul Boden und Altlasten – bereichsspezifische Anforderungen an die Kompetenz von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), 20.10.2000
- [6] Gesetz zum Schutz des Bodens (BBodSchG) vom 17.3.1998, Bundesgesetzblatt Jg. 1998, Teil I Nr. 16
- [7] <http://www.resymesa.de>
- [8] Richtlinie 2006/123/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12.12.2006 über Dienstleistungen im Binnenmarkt, Amtsblatt der Europäischen Union, L 376/36, 27.12.2006

Poly- und Perfluorierte Chemikalien

- Eigenschaften, Verwendung, Verhalten in der Umwelt und Nachweis in verschiedenen Matrices

THORSTEN STAHL


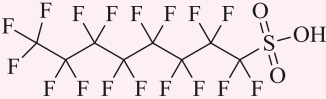
Eigenschaften

Poly- und Perfluorierte Chemikalien (PFAS) sind anthropogenen Ursprungs. Sie sind in Wasser, Böden, Lebensmitteln, in diversen Geweben aquatischer und terrestrischer Lebewesen sowie in Humangeweben wie Blut, Serum und Muttermilch nachweisbar. Einige Vertreter dieser Substanzklasse zählen zu den ubiquitär vorkommenden persistenten Kontaminanten. PFAS sind teilweise chemisch sehr stabil und biologisch kaum abbaubar, besitzen teilweise Bioakkumulations- und Biomagnifikationspotential und sind bis

zu einer Kettenlänge von acht Kohlenstoffatomen vergleichsweise gut wasserlöslich.

Die beiden so genannte Leitkomponenten Perfluorooctansäure und Perfluorooctansulfonsäure (PFOA und PFOS, Tabelle 1) sind Gegenstand nationaler sowie zahlreicher internationaler Untersuchungen und Studien. PFOS wurde mittlerweile in die Liste der Persistent Organic Pollutants (POP-Verordnung) aufgenommen¹.

Tab. 1: Abkürzung, Summenformel und Strukturformel von PFOA und PFOS.

| Substanzname | Abkürzung | Summenformel | Strukturformel |
|---------------------------|-----------|------------------|---|
| Perfluorooctansäure | PFOA | $C_8HF_{15}O_2$ |  |
| Perfluorooctansulfonsäure | PFOS | $C_8HF_{17}O_3S$ |  |

Verwendung

PFAS werden seit mehr als 60 Jahren in verschiedensten Industriebereichen und zahlreichen Haushaltsprodukten wegen ihrer oberflächenaktiven, temperaturbeständigen, sowie Schmutz, Fett und Wasser abweisenden Eigenschaften verwendet. In der Textilindustrie kommen sie z. B. zur Herstellung Wasser abweisender, atmungsaktiver Jacken und in der Papierindustrie zur Produktion von Schmutz, Fett

und Wasser abweisendem Papier zum Einsatz. Darüber hinaus werden sie zur Herstellung von Verpackungen für Lebensmittel („Fast Food“), von Imprägnierungen für Möbel, Teppiche und Bekleidung einschließlich Schuhen, „antihafbeschichteten“ Pfannen und Töpfen sowie von Feuerlöschschäumen eingesetzt (1). Eine Übersicht über die verschiedenen Verwendungsgebiete der PFAS zeigt Tabelle 2.

¹ Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS), its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOS-F). Listed under Annex B with acceptable purposes and specific exemptions (decision SC-4/17). Stockholm, Sweden, 2011.

Tab. 2: Verwendung von Poly- und Perfluorierten Chemikalien.

| Industriezweig | Verwendung (direkt/indirekt) |
|--------------------------|---|
| Textilien | Imprägnierungsmittel: atmungsaktive Jacken |
| Papier | Schmutz, Fett und Wasser abweisende Papiere |
| Möbel, Teppiche | Imprägnierung, Polituren, Reinigungsmittel |
| Glas | Antifoggingmittel |
| Elektronische Chips | Antistatika |
| Haushalt | Pfannen- und Topfbeschichtung, Reinigungsmittel, Kleber, Farben, Lacke, Polituren |
| Lebensmittelverpackungen | Fett und Wasser abweisend |
| Feuerwehr | Feuerlöschschäume |
| Landwirtschaft | Pestizide (zur Verbesserung der Sprüheigenschaften) |
| Metallindustrie | Chrombäder (um Aerosolbildung im Sinne des Arbeitsschutzes zu vermeiden) |
| Sport | Zusatz für Skiwachs, Outdoorbekleidung, Regenbekleidung |

Verhalten in der Umwelt

Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit der Verbindungen bis zu einer Kettenlänge von 8 C-Atomen ist anzunehmen, dass die Verteilung der PFAS vorwiegend über den Wasserweg stattfindet. Es ist aber auch denkbar, dass flüchtige Vorläufersubstanzen, z. B. Telomeralkohole oder Perfluorsulfonamide, in die Atmosphäre eingetragen werden und durch verschiedene physikalische und chemische Prozesse erst zu PFAS umgesetzt und somit indirekt über den Luftpfad verteilt werden. Weitere mögliche Eintragungspfade sind Abwässer industrieller Prozesse, die kommunale Kläranlagen erreichen und dort nicht zurückgehalten werden können, der Einsatz von Feuerlöschschäumen sowie die Entsorgung PFAS-haltiger Abfälle auf Abfalldeponien. Das Deponiesickerwasser aus oberflächlichen Ablagerungen von Abfällen weist eine äußerst komplexe Zusammensetzung organischer und anorganischer Inhaltsstoffe auf. Im Rahmen einer Methodvalidierung wurde im Jahr

2009 vom Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) eine Deponiesickerwasserprobe auf PFAS untersucht und eine Konzentration von etwa 40 µg/L als Summe der 19 Einzelverbindungen festgestellt. Die Messwerte wurden von einem weiteren Labor bestätigt. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden im Jahr 2010 hessische Deponien für Hausmüll und industrielle Abfälle, die über eine Basisabdichtung verfügen und im Jahr 2000 noch betrieben wurden, beprobt und das Deponiesickerwasser auf PFAS untersucht. Hierbei handelte es sich um insgesamt 23 Deponiesickerwässer von 17 verschiedenen Deponien. Die Gehalte als Summe der Konzentrationen der Einzelverbindungen lagen zwischen 3,02 µg/L und 34,0 µg/L. Der Median der 23 untersuchten Proben betrug 9,60 µg/L. Tabelle 3 zeigt, welche Verbindungen am häufigsten in den Deponiesickerwasserproben nachgewiesen werden konnten (2):

Tab. 2: Häufigkeit des Vorkommens von PFAS in 23 Deponiesickerwässern [%].

| Substanz | PFBA | PFBS | PFPeA | PFHxA | PFHxS | PFHpA | PFOA | PFOS |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Häufigkeit | 95,7 % | 87,0 % | 82,6 % | 91,3 % | 26,1 % | 82,6 % | 87,0 % | 60,9 % |

Nachweis in verschiedenen Matrices

PFAS in Mineral- und Trinkwasser

Im Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) wurden insgesamt 177 Wasserproben – davon 119 Mineralwässer, 26 Trinkwasserproben, 18 Quellwässer und 14 Rohwässer – auf PFAS untersucht. Die maximalen Aufnahmemengen, welche aus den höchsten gemessenen Konzentrationen der beiden Komponenten, für die ein Tolerable Daily Intake (TDI) abgeleitet wurde (PFOS, PFOA), berechnet wurden, liegen für PFOS bei 0,17 ng/kg Körpergewicht/Tag (Mineralwasser) und für PFOA bei 0,21 ng/kg Körpergewicht/Tag (Quellwasser). Um eine 100% Ausschöpfung des TDI für PFOS (150 ng/kg KG und Tag) zu erreichen, müsste ein erwachsener Mensch mit 70 kg Körpergewicht täglich 1 750 Liter des am stärksten belasteten Mineralwassers (6 ng/L PFOS) konsumieren. Für ein Kleinkind mit 3 kg Körpergewicht wären es 75 Liter dieses Wassers. Um eine 100%ige Ausschöpfung des TDI für PFOA (1 500 ng/kg KG und Tag) zu erreichen, müssten von dem am stärksten belasteten Quellwasser (6,1 ng/L PFOA) 17 213 L pro Tag von einem Erwachsenen konsumiert werden bzw. 738 L von einem Kleinkind (3).

PFAS in Lebensmitteln

Von 82 im Hessischen Landeslabor untersuchten Proben Pommes frites konnte in drei Proben PFAS nachgewiesen werden. Bei der Untersuchung von 30 Speiseeisproben, 14 Vollmilchproben, 19 Karottenproben, 21 Eiproben, 48 Rindfleischproben, 18 Proben Spargel, 16 Getreideproben und 25 Proben „besondere Fleischteile“ – z.B. Perlhuhn, Entenbrust, Kängurufilet, Straußengulasch – wurden keine PFAS gefunden. Zwei Karpfen aus Zuchtbetrieben wiesen PFOS-Gehalte zwischen 2 und 14 µg/kg im Muskelfleisch auf. Darüber hinaus wurde der verzehrfähige Anteil (Muskelfleisch) von 16 Flussfischen aus dem Rhein, darunter Aal, Barsch, Rotaugen, Schleie und Wels auf PFAS untersucht. Im Muskelfleisch wurden PFAS-Summengehalte zwischen 5,2 µg/kg und 143 µg/kg gemessen. Der Maximalgehalt von 143 µg/kg wurde in einem Barsch nachgewiesen.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen anderer nationaler und internationaler Untersuchungsreihen und weisen ebenfalls darauf hin, dass die humane innere Exposition vor allem auf den Verzehr von Lebensmitteln aus dem aquatischen Bereich zurückgeführt werden kann.

Literatur

- (1) STAHL T, HEYN J, GEORGH S, BRUNN H: Aufnahme Perfluorierter Tenside (PFT) in pflanzliche Lebensmittel und Futtermittel. *Lebensmittelchemie* 2009 63(1), 8–10.
- (2) STAHL T, GELLRICH V, BRUNN H: PFC Contamination of Groundwater and Drinking Water. *Water and Waste, Special Edition*, May 2012, 18–20.
- (3) GELLRICH V, BRUNN H, STAHL T: Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Mineral Water and Tap Water. *J Environ Sci Health* (2013) 48(2), 129–135.

Direktgasinjektionen zur In-Situ-Reinigung kontaminierter GW-Ströme: Verfahren / Techniken / Kosten / Genehmigung / Monitoring

FRANK INGOLF ENGELMANN

1 Verfahrensmerkmale von Direktgasinjektionen (DGI)

1.1 In-Situ Reinigung kontaminierter GW-Ströme

In GW-Leitern können zur mikrobiellen In-Situ-Reinigung von Kontaminationsfahnen im Abstrom von Schadstoffquellen permeable Reinigungswände durch die Injektion reaktiver Gasgemische formiert werden. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass mit der Technologie des Gassparings O_2 -Direktgasinjektionen über Lanzen in den Grundwasserleiter erfolgen. Hierbei werden reaktive Gasbläschen als Wirkstoffdepots in der Porenmatrix des Aquifers angelegt und so Gasspeicher mit einer etwas geringeren Durchlässigkeit aufgebaut. Die unterirdische Wasserreinigung vollzieht sich vorrangig bei der Passage des kontaminierten Grundwassers durch die Gaswand. Diese stellt in der Regel ein langgestrecktes (2D-vertikalebene) Element mit einer definierten Dicke quer zur Strömungsrichtung dar.

Direktinjektionen sauerstoffhaltigen Gases in schadstoffbelastetes Grundwasser werden in Kombination mit der Infiltration von Mikroorganismen in einer hochkonzentrierten Lösung durch die Fa. Shell, sowohl für Schadstoff-Quellen als auch -Fahnen, angewendet (Patent EP 1 169 271 B1, DE 600 09 274 T2). Für Schadstoffquellen im Grundwasser werden Direktgasinjektionen in die Saturationszone (in Kombination mit Airsparging) auch beim Methan-Bio-Stimulationsverfahren der Fa. Biopract eingesetzt (Patent DE 102 25 100). Beide Verfahren sind nicht vorrangig auf die Formierung und Bewirtschaftung einer permeablen Gaswand ausgerichtet.

Bei hinreichender Einlösung des in der Porenmatrix gespeicherten, reaktiven Gases ins Grundwasser

(überwiegend wird Sauerstoff verwendet) werden abiotische und biotische Stoffumwandlungs- und Abbauprozesse initiiert. Im Gasspeicher kommt es dabei auch zur Oxidation der Aquiferfeststoffmatrix. Im Ergebnis dieses Prozesses wird, neben dem angestrebten Abbau von Schadstoffen (BTEX, Alkylphenole, LCKW, Naphtalin, MKW, MTBE, Ammonium), häufig eine Sulfatbildung, eine Initiierung von Kationenaustauschprozessen, eine Aufhärtung des Grundwassers, eine pH-Wertreduzierung und eine Fällung von gelösten Fe(II)-Ionen als Fe-Hydroxide/-Oxihydrate, vorwiegend in den hydraulisch immobilen Porenbereichen beobachtet.

Nicht verbrauchter, ins Grundwasser eingelöster und aus der Gaswand abströmender Sauerstoff formiert im Abstrom einen zusätzlichen Festbettdurchflußreaktor, der sich mit zunehmender Zeit räumlich vergrößert und in dem auch erhebliche Stoffumsätze möglich sind.

Mehrstufige Durchflußreinigungssysteme, bestehend aus einer Gaswand und reaktiven Abstrombereichen (aerob und anaerob), werden ausschließlich von den Berliner Wasserbetrieben mit ihrem patentrechtlich geschützten Verfahren „BIOXWAND“ genutzt (Abb. 1).

Der sich beim BIOXWAND-Verfahren ausbildende reaktive Abstromraum (1. Nachbehandlungsstufe) ist verfahrenstechnisch in seiner Länge begrenzt, wobei die poröse Feststoffmatrix aller Behandlungszonen als natürlich heterogen aufgebaute, durchlässige Festbettdurchflußreaktoren in die geochemischen und mikrobiellen Stoffabbau- und Umwandlungsprozesse integriert ist. Der Wasserdurchsatz wird durch

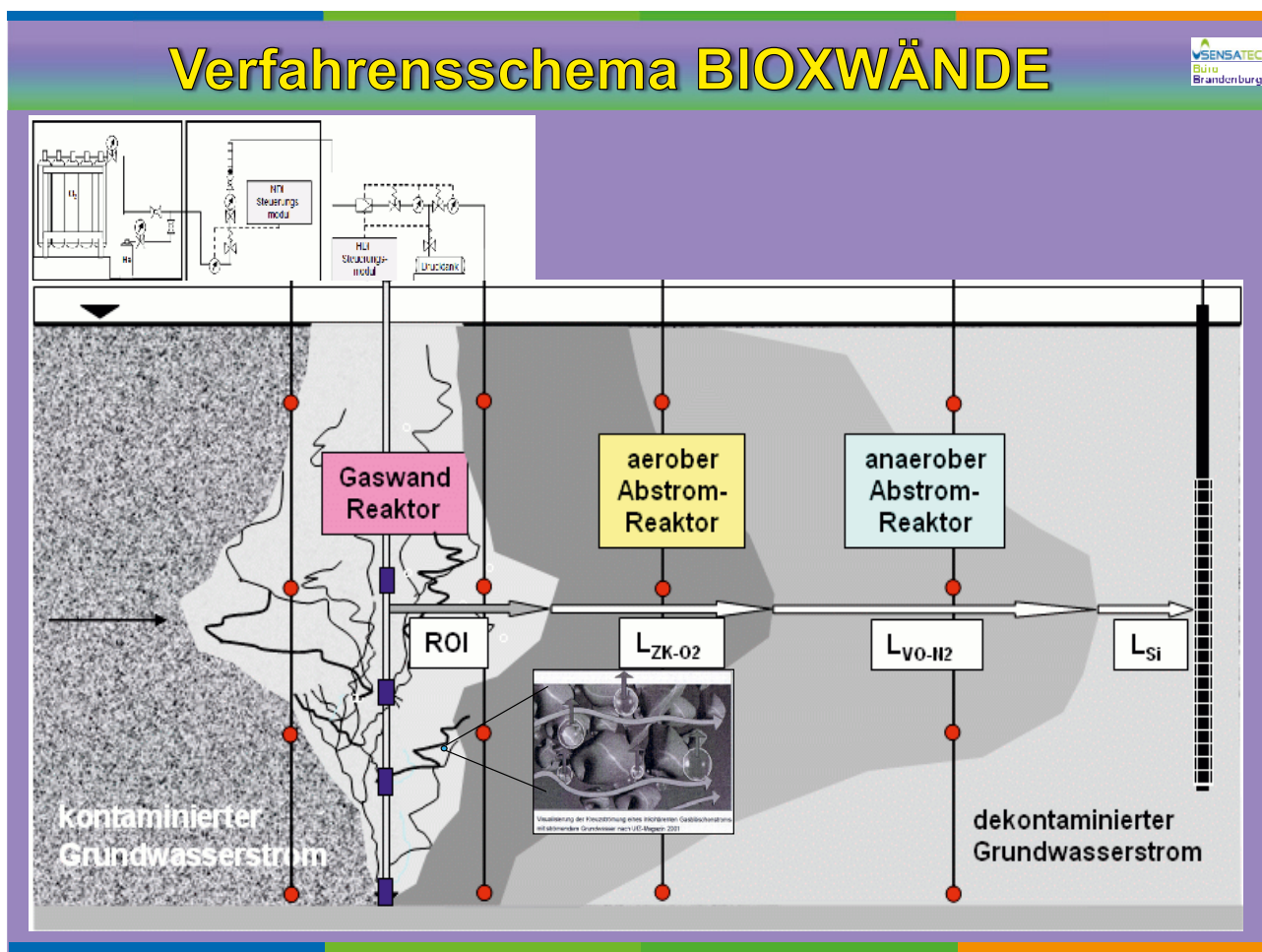


Abb. 1: BIOXWAND-Verfahren (Patent EP 1550519).

die Reaktor-Anstromfläche und den natürlichen bzw. technisch manipulierbaren (abstromige Brunnengalerien) GW-Volumenstrom im Aquifer bestimmt.

Die Bilanzierung der Stoffumsetzungen in einer BIOXWAND erfolgt unter Berücksichtigung von Aufbereitungszielwerten für die Reaktorabläufe sowie der inneren Reaktorstrukturierung. Sie beinhaltet die mit dem Grundwasser transportierten, in gasförmiger Form zudosierten und temporär an der porösen Feststoffmatrix fixierten prozessrelevanten Stoffmassen. Bilanz-Gasverluste werden durch Überwachung von Stoffaustritten über die Reaktorbegrenzungen (v. a. GW-Spiegel – Aerationszone, GW-Randstromlinien und Entnahmen) erfasst.

Grundsätzlich erfolgt die Bewirtschaftung so, dass Gasaustritte über die GW-Oberfläche (auf der Grundlage sensorisch ermittelter Kennwerte) durch

zeitlich begrenzte Niedrig-Druck-Injektionen (NDI) und Hoch-Druck-Injektionen (HDI) minimiert werden (kein Airsparging / Strippen). Mit Hilfe diskontinuierlicher Gas-Tensidschäume – die eine hohe Gas-Wasser-Schaumlamellendichte aufweisen – oder durch Tensid-Flüssiginjektionen, kann zusätzlich die Gassättigung vergrößert oder der Eintrag reaktiver Feststoffpartikel / Mikroorganismen realisiert werden. Die verfahrenstechnisch notwendigen Mengen reaktiver Gase lassen sich durch Einmischung in ein Trägergas (Luft) realisieren.

1.2 Gaseintrag

Für den Gaseintrag in den Untergrund werden eine Druckstation, ein Verteilungs- und Dosiersystem sowie – an den gashydrogeologischen Verhältnissen des Untergrundes orientiert – gut in der Feststoffmatrix des

Grundwasserleiters verankerte Gaslanzen benötigt. Der Gaseintrag kann sowohl über kohärente (zusammenhängende) als auch inkohärente (nicht zusammenhängende) Gasströmungen realisiert werden.

Um Gas ins Grundwasser zu injizieren, muß der hydrostatische Druck am Filteraustrittspunkt überwunden werden. Im Falle von Nieder-Druck-Injektionen ist ein Gaseintrag in rollige Sedimente mit Raten von 1–2 Nm³/h bereits bei Überdrücken von 100–300 mbar möglich (EHBRECHT, H. et al., 2004). Bei im Sekundentakt gepulsten Hoch-Druck-Injektionen mit Gaseintragsdrücken von bis zu 10 bar können Lagerungsverhältnisse im Untergrund verändert und Feinstpartikel in Poren umgelagert werden. Dies kann zur Bildung erweiterter Gasausbreitungswege führen. Das HDI-Verfahren ist deshalb auch für die Regenerierung von Gaslanzen und das an den Filter angrenzende Sediment von Bedeutung (ENGELMANN, F. I., 2010).

1.3 Gasausbreitung

Die *Gasausbreitung im Untergrund* ist auf der Kapillarnetzskala abhängig vom Gaseintragsdruck im Filter den Kapillar-, Gravitations-, Reibungs-, Gasantriebskräften sowie mit zunehmender Entfernung vom Filter und Zunahme der Heterogenität des Untergrundes vom gashydrogeologischen Aufbau.

Die Gasausbreitung ist nicht abhängig von der Grundwasserdynamik. Auch im GW-Anstrom wird Gas in die Porenmatrix eingespeichert. Eine gezielte Kanalisierung/Prognose der Gasrichtungen ist nicht möglich. Überwiegend werden räumlich unregelmäßige Gasspeicher formiert, die von einer trichterförmigen Ausbildung ausgehend vom Injektionspunkt abweichen.

Laboruntersuchungen zeigen, dass das injizierte Gas sich entweder als zusammenhängende oder nicht zusammenhängende Phase im Porennetz des Grundwasserleiters ausbreitet (GEISTLINGER, et al., 2006). Ein zusammenhängender Gastransport findet sowohl in feinkörnigen als auch grobkörnigen Sedimenten statt. In Grobsanden und Kiesen werden häufig wegen des höheren Anteils an Grobporen einzelne, weniger stark verzweigte Gaskanäle beobachtet. In feinkörnigen Sedimenten bildet sich hingegen ein räum-

lich engmaschiges Porennetzwerk aus (EHBRECHT, H. et al., 2004).

1.4 Gasausbreitungsgeschwindigkeiten

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des injizierten Gases im Porennetzwerk der Feststoffmatrix des Grundwasserleiters ist in erster Linie abhängig von der Gaseintragsrate. Felduntersuchungen zeigen, dass in Fein- bis Mittelsanden bei Gaseintragsraten von 1–2 Nm³/h Gasausbreitungsgeschwindigkeiten von 5–10 m/h auftreten können. Damit das injizierte Gas nicht aus der Sättigungszone in die Aerationzone gelangt, muss bei geringen wassererfüllten Mächtigkeiten (< 10 m) der Gaseintrag zeitlich stärker begrenzt und die Gaseintragsrate ggf. zusätzlich reduziert werden.

1.5 Gasverteilung und Gasspeicherung

Großen Einfluß auf die *Gasverteilung und Speicherung* haben Gasaufstiegsbarrieren oder gasaufstieghemmende Strukturen. Sie werden hervorgerufen durch hohe Anisotropien der hydraulischen Leitfähigkeit in Form räumlich aushaltender häufiger Schichtwechsel aus feinkörnigen und grobkörnigen Sedimenten, aber auch durch geologische Ablagerungsprozesse entstandene, vertikal variierende Lagerungsdichteänderungen innerhalb lithologisch weitgehend homogener Sande.

Unter gasaufstiegshemmenden Strukturen kommt es zur horizontalen Ablenkung des Gastransportes und somit zur Erhöhung der lateralen Reichweite bzw. zur verstärkten Gaseinspeicherung in die vergleichsweise besser durchlässige Porenmatrix. Nicht selten werden in einzelnen Gasspeicherhorizonten laterale Reichweiten gemessen, die vergleichbar sind mit der Einbautiefe des Eintragsfilters. Insbesondere Grobsande/Kiese erhöhen die laterale Reichweite, da sie bevorzugt Gas in Form größerer Gaslinsen speichern. Diese Gaslinsen können unter Druck stehen und neigen teilweise zu spontanen Selbstaugasung.

Vertikal besser durchlässige GW-Leiterbereiche oder Auflockerungsstrukturen im Umfeld von GW-Mess-

stellen bewirken hingegen einen präferentiellen Vertikalgasaufstieg und können Ausgasungsverluste verstärken, sowie die laterale Reichweite verringern.

Da viele GW-Leiter heterogen aufgebaut sind, ist es ein wesentliches Merkmal von Gasspeichern, dass sie heterogene Gassättigungen in Form höher mit Gas gesättigten Bereichen unmittelbar neben deutlich geringer gesättigten Arealen aufweisen. Im Ergebnis der zwangsläufig geologisch geprägten Gasströmungsmuster werden in der Praxis häufig mittlere, laterale Reichweiten gefunden, die etwa bei einem Drittel der Gaseintragstiefe unter dem Grundwasserspiegel liegen. Mit zunehmender Entfernung von der Gaslanze nimmt dabei die mittlere Gassättigung ab. Aus diesem Grund sollten Gaslanzen so angeordnet werden, dass sich ihre Gas-Reichweiten sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung überlappen.

1.6 Gaseinfluss auf die hydraulische Leitfähigkeit

Die Minimierung der Grenzflächenenergien im Mehrphasensystem GW-Leiter bewirkt, dass Gase als nichtbenetzende Fluide stets die Raumanteile mit den größten freien Porenradien okkupieren (EHBRECHT, H. et al., 2004). Hierdurch verringert sich die hydraulische Leitfähigkeit, die nun analog der Aerationzone als relative Permeabilität zu betrachten ist (Abb. 2).

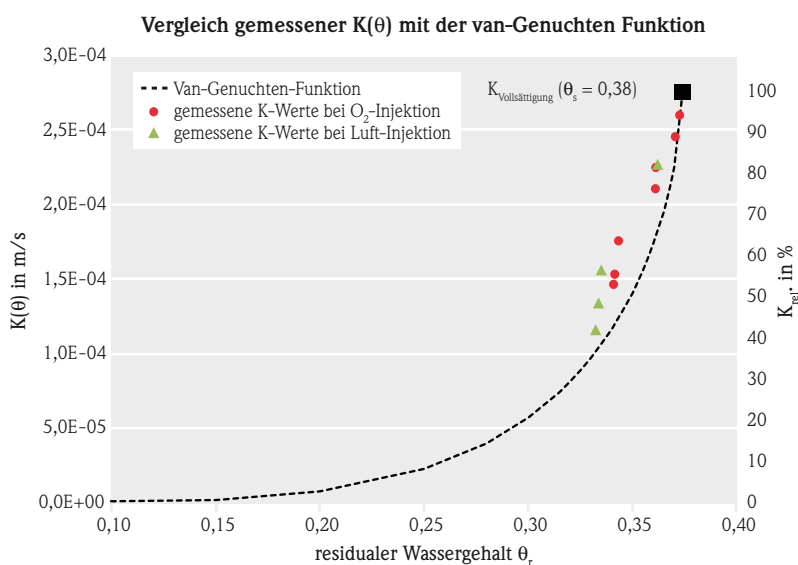


Abb. 2: Relative Permeabilitäten für Mittelsand bei geringer Gasspeicherung (BURGHARDT, et al. 2012)

Verbunden mit einer Reduzierung der hydraulischen Leitfähigkeit ist eine Reduzierung der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers, was eine Verlängerung der Aufenthaltszeit im Gaswandreaktor bedeutet. Durch geringere relative Permeabilitäten sind im Feldmaßstab bei aktiver Begasung leichte GW-Spiegelanstiege (1–2 cm) im Bereich der Gaswand zu beobachten. Durch Änderungen der piezometrischen GW-Druckhöhen im Gasspeicher kommt es infolge hydraulisch selbstregulierender Prozesse zu Umverteilungen der GW-Flüsse und somit zu lokalen Fließrichtungsänderungen. Hierdurch wird die Verteilung der ins Grundwasser eingelösten Gase verbessert. Durch eine gezielte Steuerung der eingespeicherten Gasmenge können Um- bzw. Unterströmungen von Gaswänden minimiert bzw. verhindert werden.

1.7 Gaseinlösung

Bei hinreichendem Kontakt des eingespeicherten Gases mit dem durch die Gaswand strömenden Grundwasser wird es entsprechend seiner Lösungskinetik in die Wasserphase überführt. Hierbei wird das Grundwasser an der Kontaktfläche zum Gas entsprechend den vorliegenden Gaspartialdruckverhältnissen aufgesättigt. Zu hohe gelöste Wirkstoffkonzentrationen (z. B. Sauerstoff) können dabei auch toxisch für mikrobielle Stoffwechselaktivitäten sein.

Hemmende Faktoren bei der Gaseinlösung sind Gaskissenbildungen, da sich in ihnen die Kontaktfläche stark verringert und auch der mobile Wasseranteil in den Poren soweit zurückgehen kann, dass GW-Strömungsprozesse zum Erliegen kommen.

Laborversuche der TU Dresden zeigen für Reinsauerstoffgasinjektionen in nicht sauerstoffzehrende Mittelsande – ausgehend von Gassättigungen von 1–4% – Einlösungszeiten, die bei einem 1,5–4 fachen Austausch des Porenvolumens des Gaswandreaktors liegen. Bei Einsatz von Luft erhöhten sich die Einlösungszeiten aufgrund des Stickstoffgasanteils für Gassättigungen von 2–4% auf einen 6 bis mehr als

10fachen Austausch des Porenvolumens (MANN, S., 2012).

Bei Behandlungen kontaminierter GW-Ströme mit dem BIOXWAND-Verfahren wurden unter dem Einfluss von O₂-Zehrprozessen in der Feststoffmatrix für Gassättigungen von ca. 6 % Einlösungszeiten ermittelt, die bei einem 1,5 bis 3fachen Austausch des Porenvolumens der Gaswand lagen.

1.8 Sauerstoffinduzierte Stoffumwandlungsprozesse

Am häufigsten werden derzeit zur GW-Behandlung Sauerstoffgaswände formiert. Nach der Einlösung des Sauerstoffgases ins Grundwasser kommt es zu abiotischen und biotischen Stoffumwandlungs- und Abbauprozessen. Da es nicht möglich ist, mit dem injizierten Sauerstoff selektiv nur Schadstoffabbauprozesse zu initiieren, müssen insbesondere bei der

Errichtung von BIOXWÄNDEN zum Schutz von Wasserwerksfassungen neben dem Abbau der im Grundwasser gelösten Schadstoffe auch alle relevanten sauerstoffinduzierten Begleitprozesse betrachtet werden. Hierzu zählt die Oxidation reduzierter Schwefelverbindungen, die mit einer Versauerung und Sulfatbildung einhergeht, die Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes, welches sich häufig in einer Lösung von Karbonaten und Anstiegen der Gesamthärte äußert und der mikrobielle Abbau geogener organischer Substanz im GW-Leiter. Da die sauerstoffinduzierten Stoffumwandlungsprozesse sehr komplexe Wechselwirkungen aufweisen, sind für ihre Bewertung und Prognose (Größenordnung und Dauer) in der Regel Mehrkomponentenmigrationsmodelle erforderlich, um basierend auf den Berechnungen schonende Bewirtschaftungsszenarien für Gaswandreaktoren, mit dem Ziel minimaler/tolerierbarer Beschaffenheitsänderungen im Grundwasser, abzuleiten (HORNER, CH. et al. 2009).

2 Techniken zur Formierung von Gasspeichern

2.1 Erkundung der gashydrogeologischen Verhältnisse

Vor der Errichtung reaktiver Gaswände ist unter Verwendung geeigneter hydrogeologischer Methoden/Techniken ein gashydrogeologisches Strukturmodell aufzubauen. Es besteht in seinem Kern aus einem hydrogeologischen Strukturmodell mit der Verbreitung und Parameterisierung der GW-Leiter, -Hemmer und -Nichtleiter (horizontale und vertikale Durchlässigkeitsbeiwerte, Anisotropiefaktoren, Gesamtporositäten, Druckpotentiale, Stoffinventar gelöst und in der Feststoffmatrix). Zu erweitern ist das Modell durch Komponenten, die für die Gasspeicherung von Bedeutung sind, wie z. B. die Verbreitung und Parameterisierung von Gasaufstiegs-Horizonten, -Hemmern oder -Barrieren (Lagerungsdichten, Heterogenitätsparameter).

Gewonnen werden die Zustandsparameter mit Hilfe klassischer hydrogeologischer Erkundungsmethoden (z. B. Sedimententnahmen, Siebanalysen, Pumpversuchen, Auffüllversuchen, CPT-, PWD-, Lf-Logs,

Dissipationstests, Oberflächengeoelektrik, Seismik, Georadar, Bohrlochgeophysik) oder über neue innovative Erkundungstechniken wie Thermo-Flowmeter-, Injektions-/BAT-Permeameter-Logs zur horizontbezogenen In-Situ-Bestimmung von Durchlässigkeitsbeiwerten oder schichtbezogenen TDR-Messungen zur Ermittlung von Gesamtporositäten.

2.2 Gaslanzen

Gaslanzen müssen folgende Anforderungen erfüllen: 1. Beim Bau von Lanzen dürfen keine Auflockerungen im Lanzenumfeld erzeugt werden. 2. Ringräume sind gasdicht zu verschließen (Unterbindung preferential-flow-Effekte). 3. Filter müssen auch bei schwer bohrbaren Sedimenten zuverlässig und zielgenau in > 50 m Tiefe installierbar sein. 4. Das Lanzenmaterial sollte hochdruckstabil und gasdiffusionsdicht sein. 5. Die Filter müssen großräumige, laterale, weitreichende, möglichst gleichmäßige Gasverteilungen ermöglichen.

Lanzen können entweder im Bohr- oder Sondierverfahren errichtet werden. Die sich jeweils ergebenden, besonderen technischen Anforderungen lassen eine Einstufung in zwei Gruppen zu (BIL = Bohrungs-Injektions-Lanzen und SIL = Sondierungs-Injektions-Lanzen).

Grundsätzlich haben sich in der Praxis HDPE/PU-Gaslanzen bewährt, die aus einem im Gaseintrags-horizont perforierten dünnen Rohr/Schlauch bestehen. Die Filtergestaltung ist auf die Kornmatrix des Untergrundes abgestimmt.

Bohrungs-Injektions-Lanzen (BIL)

BIL können bis in große Tiefen abgeteuft werden, haben aber den Nachteil, dass – sowohl im Trocken- als auch Spülbohrverfahren – Feststoffmaterial aus dem Untergrund ausgetragen und somit ein größerer Raum um das Bohrloch (0,5–2,0 m) aufgelockert wird. Um vertikale Gasaustritte zu verhindern, ist der Ringraum nach Installation der Ausbaugarnitur, sowie das anthropogen aufgelockerte Umfeld des Bohrloches, wieder vollständig zu verschließen. Während in Klufftgrundwasserleitern im Ringraum Packer gesetzt werden können, muss in Porengrundwasserleitern zunächst der Filterbereich mit Kies verfüllt und über ihm ein Gegenfilter installiert werden. Durch Einsatz von Mantelventilrohren kann der verbleibende Ringraum über Hochdruckinjektionen mit Dichtmassen (Ton-Zement-Suspensionen) verschlossen werden. Die weitgehend kaum steuerbaren Verpressmaßnahmen ins engere Bohrlochumfeld gewährleisten dabei nicht immer eine vollständige Unterbindung späterer, präferentieller, vertikaler Gasaufstiege.

Sondierungs-Injektions-Lanzen (SIL)

SIL lassen sich mit statischer oder dynamischer Sondierertechnik im Direkt-Push-Verfahren errichten. Beim Einbringen des Werkzeuges in den Untergrund wird das Aquifermaterial durch eine lose Sondenspitze und das Gestänge zur Seite verdrängt. Im Gegensatz zu den Auflockerungsprozessen bei Bohrverfahren erfolgt eine Sedimentverdichtung entlang des Sondiergestänges.

Rammsondier-Injektions-Lanzen (RIL)

RIL sind für Sande mit mitteldichter Lagerung und bis in eine Tiefe von 10 m unter Verwendung leichter Rammsondierertechnik einsetzbar. Sie bestehen aus 2“-3“-HDPE-Vollrohren mit Filterstrecke incl. Spitze, sowie gewinde-integrierten Scheibenpackern zur Ausbildung von Kammern für den Gaseintrag. Bei diesem Lanzentyp muss kein Sondiergestänge zurückgebaut oder ein Sondierkanal verfüllt werden. Die Ausbaugarnitur wird direkt in den Untergrund gerammt. Die Kammern einer RIL sind mit Kies, bzw. zur zusätzlichen vertikalen Abdichtung, mit Ton gefüllt. Eine Lanze kann mit mehreren Kammern ausgerüstet und bedarfsweise zusätzlich mit Monitoring-technik bestückt werden.

RIL können auch in Sandschichten mit mitteldichter/dichter Lagerung bis in eine Tiefe von 20–30 m errichtet werden. Hierfür ist leistungsstärkere Rammsondierertechnik (z. B. Geoprobe) anzuwenden, wobei teilweise der Einsatz voreilender, kleinkalibriger Vollschneckenbohrungen bzw. das Abteufen von Führungshohlgestängen erforderlich ist. Die Sondiertiefe wird durch den sich an der Sondenspitze aufbauenden Spitzendruck und die Mantelreibung entlang des Sondiergestänges begrenzt. Zum Einbau der Lanze wird zunächst ein Hohlgestänge mit einer verloreren Spitze abgeteuft. Hierbei ist darauf zu achten, dass über die Sondierspitze kein zerkleinertes Sediment ins Gestänge eindringt. Nach dem Erreichen des Zielhorizontes wird die Ausbaugarnitur in das Hohlgestänge eingeführt und beim Zurückziehen des Hohlgestänges der Ringraum durch Verpressen einer Dichtmasse verschlossen. Das Verpressen kann entweder über eine Verpressleitung erfolgen oder aber direkt über das unten offene Hohlgestänge ausgeführt werden. Da Rammsondiermaterial eine gewisse Elastizität, bei vergleichsweise geringer Härte besitzt, ist es im Vergleich zu Drucksondiermaterial dickwandiger. Die Ausbaugarnitur ist deshalb schlank zu halten. Das Verpressen von Dichtmassen in den Sondierkanal kann entfallen, wenn der Untergrund hohe Lagerungsdichten aufweist und die Lanze erst nach einer Konsolidierungsphase von 1–2 Monaten in Betrieb genommen wird.

Drucksondierungs-Injektions-Lanzen (DIL)

DIL werden mit Drucksondierungen errichtet. Dabei wird die Sondenspitze mit konstanter Geschwindigkeit von 2 cm/s in den Boden gedrückt. Die max. Druckkraft von 200 kN wird hydraulisch vom Sondierfahrzeug über das Hohlgestänge auf die Spitze übertragen. Um hohe Verpressdrücke ausüben zu können, ist das dünnwandige Drucksondiermaterial speziell gehärtet und wenig biegsam. Die Ausbaugarnituren und die Einbautiefen sind vergleichbar mit denen einer RIL, wobei auch für eine DIL teilweise der Einsatz voreilender, kleinkalibriger Vollschnellenbohrungen bzw. das Abteufen von Führungshohlgestängen erforderlich ist. Durch den im Vergleich zum Rammverfahren größeren Sondierdurchmesser lassen sich neben der Gaslanze auch noch Bentonitringe oder -dübel zur Bohrlochabdichtung einbauen. Grundsätzlich hat eine DIL gegenüber einer RIL den Vorteil, dass beim Abteufen der verlorenen Spitze kein zerkleinertes Sediment in das Hohlgestänge gelangt.

Vibrationssondier-Injektions-Lanzen (VIL)

VIL sind qualitativ hochwertige, kostengünstige Gaslanzen für Filtertiefen bis 80 m u. GOK. Sie werden mit Hilfe von Sonic-Technologie errichtet. In Analogie zu einer RIL/DIL wird eine verlorene Spitze – wahlweise mit großdimensioniertem Hohlgestänge – in den Untergrund vibriert, wobei das Sediment seitlich verdrängt und das Profil entlang des Sondiergestänges verdichtet wird. Schwer sondierbare Schichten werden mit zusätzlichen Bohrwerkzeugen durchörtert. Nach Erreichen des Zielhorizontes wird die Ausbaugarnitur installiert. Der Einsatz eines Compact-Sonic-Rotho-Bohrgerätes gewährleistet auch das sichere Abteufen von Lanzenbündeln. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber einer DIL ist, dass der Sondierkanal nicht mit Dichtmassen verschlossen werden muss. Durch die Nutzung von Vibrationen beim Hohlgestänge-Rückbau wird die Einbaugarnitur infolge der Rüttelverdichtung fest im Aquifer verankert. Gaslanzen vom VIL-Typ zeichnen sich durch eine vergleichsweise hohe, laterale Gasausbreitungskomponente aus. Sie sind besonders gut geeignet, um hohe Gassättigungen im Umfeld der Gasfilter,

auch unter Verwendung von Hoch-Druckimpuls-Injektionen in Kombination mit vergleichsweise großen Gaslanzendurchmessern, zu erzeugen.

2.3 Vorhaltung, Mischung und Verteilung der Gase

Die Gaspfeiferformierung kann sowohl über den Einsatz von Reingas aber auch über Mischgas erfolgen. Als Trägergas zur Erzeugung großer Reichweiten wird häufig Luft, aber auch Kohlendioxid eingesetzt. Die Vorhaltung der Reingase erfolgt in Flüssigtanks mit angeschlossenem Verdampfer oder bei kleineren Mengen in Flaschenbündeln. Sauerstoffgas kann auch am Ort der Verwendung hergestellt werden. Komprimierte Luft wird meistens über leistungsstarke, ölfrei arbeitende Kompressoren erzeugt. Nach der Verdichtung ist die Luft zu trocknen.

Vom Vorhaltungspunkt werden die Gase nach einer Druckreduzierung über Gasleitungen zu einer Gasdosier-/Mischanlage geführt, wo das reaktive Gas entsprechend seiner Partialeinzeldrücke gemischt wird. Hier erfolgt auch die Aufteilung des Injektionsgases zu den Gaslanzen. Sie werden entweder als Einzellanzen mit separat, unterschiedlichen Gaszusammensetzungen oder als sequentiell angeordnete, magnetventilgesteuerte Lanzen in einem Gasstrang bei gleicher Gaszusammensetzung betrieben. In der Gasdosier-/Mischstation findet im Bedarfsfall auch eine Bypassdosierung von Tensiden oder Tracergasen (He, Ar, Ne) zum reaktiven Gas/Gasgemisch statt.

2.4 Steuerung der Injektionsraten, Injektionsdauer und der Injektionsdrücke

Gaseinträge sind über Niedrig-Druck-Injektionen (NDI), Hoch-Druckimpuls-Injektionen (HDI) oder eine Kombination beider Injektionstechniken möglich.

Beim NDI-Verfahren werden Gaseintragsdrücke von wenigen 100 mBar über dem hydrostatischen Druck am Begasungspunkt erzeugt. Die Injektionsraten liegen im Intervall von 0–2 Nm³/h. Sie werden in der Regel intervallweise geschaltet. Kontinuierliche Injektionen werden nur eingesetzt, wenn ein Teilaustrag

des injizierten Gases in die Aerationzone gewünscht ist, oder wenn mit Inertgas z. B. Stickstoff unter Gasaufstiegsbarrieren gezielt eine Gasverblockung des Porenraumes zur Reduzierung des Grundwasserflusses angestrebt wird. In der Einfahrphase von Gas speichern ist eine sukzessive Anpassung der Injektionsrate an den variierenden Gas-Bedarf erforderlich. Nach dem Einfahren wird ein weitgehend konstantes Betriebsregime, bestehend aus kurzen Injektions-etappen, mit anschließend längeren Ruhephasen, angestrebt.

Beim HDI-Verfahren werden die Gase mit einem Injektionsdruck wesentlich über dem hydrostatischen Druck (mindestens plus 8–10 bar) injiziert. Die Einträge können zeitlich sehr kurz getaktet (hochfrequente, gepulste Injektionen) sein. Die Injektionsdauer wird deutlich kleiner als die Gastransportzeit bis zur Grundwasseroberfläche gewählt. Mit dem HDI-Verfahren kann die Gassättigung, insbesondere im Umfeld des Begasungsfilters, erhöht werden. Die

HDI-Technik zielt auf eine zeitliche Begrenzung des kohärenten Gastransportes und durch eine Variation der Impulsstärken und -zeiten zu einer Änderung der Gasausbreitungswege und eine Erschließung ständig neuer Gaseinspeicherungsareale. Durch technologische Porenraumveränderungen infolge von Kornverlagerungen werden feinmaschigere Porennetzwerke erzeugt. Das gepulste HDI-Verfahren wird auch zur Lanzenregenerierung eingesetzt.

2.5 Sicherheitstechnik

Die Sicherheitstechnik besteht in erster Linie aus gas-spezifischen Sensoren in der Gasdosier- und Mess-Station, Drucksensoren zur Überwachung der Dichtigkeit der Gasleitungen, induktiven Durchflussmessern und Rauchsignaltechnik, kombiniert mit Magnetventilabschaltungen der Gaszuführung zur Gas-Dosier- und Mess-Station.

3 Kosten

Die Fa. Sensatec hat in den letzten 5 Jahren zehn Projekte mit Direktgasinjektionen realisiert. Die Formierung der Gaswände erfolgte bei wassererfüllten Mächtigkeiten von 6–45 m, wobei je nach Projektstruktur 2 bis 22 Gaslanzen zur Anwendung kamen. Es wurden Gaswände mit Wanddicken in GW-Stromrichtung von 4 bis 25 m formiert und unterschiedliche Schadstoffe im Grundwasserstrom insitu behandelt (MTBE, LCKW, BTEX, MCB, Alkylphenole, Desinfektionsmittel, pharmazeutische Spurenstoffe, Ammonium, Nitrat).

Die gereinigten GW-Ströme lagen je nach Projektspezifika im Intervall von 1 800–510 000 m³/a. Überwie-

gend erreichte die GW-Behandlungskapazität 50 000 m³/a. Für diese Größenordnung lagen die Aufbereitungskosten (Investitions- und Betriebskosten incl. Monitoring) im Zeitraum von 2–4 Betriebsjahren bei 0,6–1,1 €/m³ kontaminiertes Grundwasser. Für etwa zehnfach höhere GW-Mengen sanken die Aufbereitungskosten auf 0,4–0,5 €/m³. Drei Projekte wurden als Pilotversuche durchgeführt. Für die hierbei gereinigten, kleinen Wassermengen von 1 800–13 000 m³/a waren, unter Beachtung von erforderlichen Eignungstest zur Verfahrensoptimierung und Standortanpassung, Kosten in Höhe von 1,4–3,2 €/m³ erforderlich.

4 Erfahrungen zur Genehmigung

Im Mittelpunkt der Umsetzung von Direktgasinjektionen steht aus behördlicher Sicht eine hohe Verfahrenssicherheit zur Erreichung vorgegebener Behandlungsziele oder Zielwerte, hier entweder In-Situ-Behandlungs-Konzentrationen oder -Frachten für die Schadstofffahnen. Von besonderem Interesse ist dabei die Festlegung des Ortes der Beobachtung, der zweckmäßiger Weise entweder für den Hauptreinigungsreaktor (Gaswand) oder einen reaktiven Abstromreaktor definiert wird. In diesem Zusammenhang zeigen erste Erfahrungen, dass wegen einer längeren Einfahrphase von Gaswänden, abhängig vom Behandlungsfortschritt und der Grundwasserdynamik, die Zeitpunkte zum Erreichen der Ziele und Zielwerte standort- und gefahrenspezifisch festgelegt werden.

Vor der Umsetzung von Direktgasinjektionen zur In-Situ-Reinigung von Schadstofffahnen steht häufig die Durchführung von Pilotversuchen, mit dem Ziel eines direkten In-Situ-Nachweises zum jeweiligen Schadstoffabbau. Gleichzeitig ist zu bewerten, ob ggf.

negative Beschaffenheitsänderungen im Grundwasser zu erwarten sind.

Im Rahmen verschiedener Genehmigungsstufen sind Planungsunterlagen incl. Stoffbilanzierungen und Erlaubnisbescheide zu erstellen.

Das ausführende Unternehmen wird seitens der Behörden oder Sanierungspflichtigen aufgefordert, patentrechtliche Belange zu berücksichtigen und Erfahrungen bzw. Referenzen für realisierte Direktgasinjektionen vorzulegen. Es sind immer der Nachweis von Möglichkeiten zur In-Situ-Steuerung der permeablen Durchflussreaktoren zu erbringen und Maßnahmen zur Reduzierung von Verfahrenssicherheiten aufzuzeigen (Abb. 3).

Die bisherige Praxis zeigt, dass ein Kernelement für eine erfolgreiche Genehmigung von Direktgasinjektionen ein fachlich fundiertes, langfristig orientiertes Monitoringkonzept ist. Dies schließt sowohl geeignete Monitoringtechnik, als auch entsprechende Auswerteverfahren ein (Abb. 4).

| Verfahrensunsicherheit | Risikominderung | Parameteranpassung |
|--|--|---|
| schlechte Wirkstoffverteilung | Lageoptimierung Gaseintragspunkte basierend auf Erhöhung Kenntnisstand zum gashydrogeologischen Modell | - horizontal: $L_{x,y}=ROI$ mit $ROI=M/1..3$ - ROI-Überlappung - 2 Injektionsgalerien in Fließrichtung - vertikal: Anpassung an chamberflow - Erkundung Gasaufstiegsbarrieren (Lagerungsdichten) - Injektion unterhalb Kontamination |
| | p, Q Variation und Intervallschaltungen zur Schaffung neuer Kanäle | - $\Delta p, \Delta Q$ bei NDI und HDI - Kombination NDI-HDI |
| | Einsatz von Trägergasen | - N_2 -Speicherformierung - N_2 -Speicherschnellbeladung mit Wirkstoffen (z.B. O_2) - Gemischtgaseintrag (Luft- CH_4) |
| | Nutzung Abstromreaktor für Abbau | - Nutzung longitudinale Makrodispersion - Vergrößerung Reaktorlängen - Erhöhung der Standzeit |
| limitierte Einlösung | Injektion in feinkörnige Sedimente | - Formierung enger Gasnetze mit großen Oberflächen - Verbesserung der Homogenität der Gasverteilung |
| | Minimierung Injektion in grobe Sedimente | - Verhinderung Gaskissen und kleiner Kontaktflächen |
| abbauhemmende Wirkstoffkonzentrationen | Absenkung der Wirkstoffkonzentration | - Reduzierung der Gassättigung - Variation Mischgaspartialdrücke |
| | Änderung hydrogeochemischer Parameter | - Aerosol-, Sorptionsträgerinjektion zur: - pH-, Härte-Änderung, Organikabbau - Wasserstoffperoxid-, Puffereinträge |
| | Nährstoffzugaben | - Gasinjektion (N, CH_4 , CO_2) |
| Gasverblockungen | Realisierung aerob/anaerob Wechsel | - kurze Eintragszyklen, lange Ruhephasen - Vermeidung Inertgaseinsatz - Anpassung Gasbedarf an Verbrauch |
| Gaswandumströmung | Optimierung hydraulische Selbstregulierung | - Kopplung BIOXWAND-Brunnenbewirtschaftung |

Abb. 3: Handlungsalgorithmus zur BIOXWAND-Optimierung.

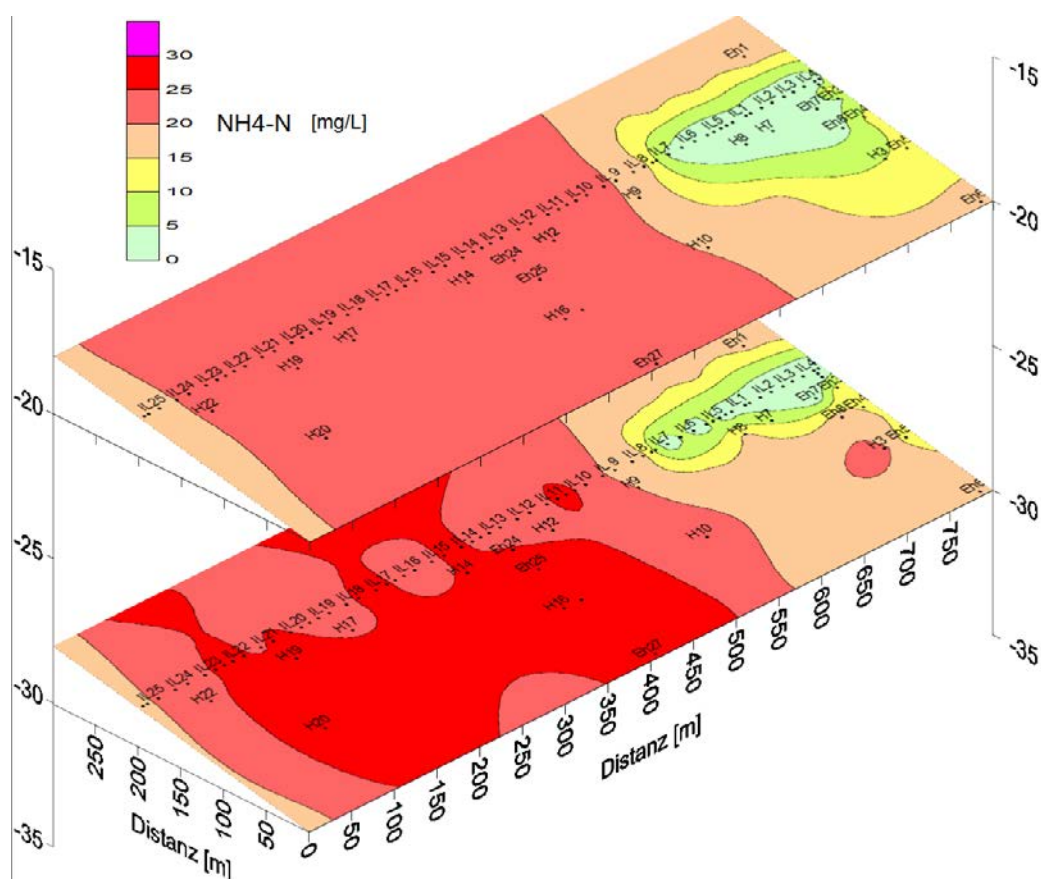


Abb. 4: BIOXWAND der Berliner Wasserbetriebe (3 Jahre).

5 Monitoring permeabler In-Situ-Durchflussreaktoren

Für Monitoringtechnik in Gasspeichern gelten ähnlich wie für Gaslanzen folgende Anforderungen:

1. Ein Entweichen eingespeicherter Gase an den GW-Aufschlüssen über bohrtechnische Störstellen ist zu verhindern.
2. Sie muss die Entnahme repräsentativer GW-Proben ermöglichen.
3. Die Technik sollte eine Ermittlung der Gasverteilung ermöglichen, damit Speicherdimensionen definierbar und speicherbare Stoffmengen ableitbar sind.
4. Um Injektionsparameter (Gasrate, Injektionsdruck und -dauer) festzulegen müssen Gasausbreitungsgeschwindigkeiten und Gastransportmechanismen bestimmbar sein.
5. Eine Quantifizierung von Gassättigungen sowie die Einlösungskinetik der eingespeicherten Gase ermöglichen und
6. ein Bodenluft- und Sickerwassermonitoring über mögliche Auswirkungen in der Aerationzone gewährleisten.

Grundwasseraufschlüsse zur Probenahme

Innerhalb von Gasspeichern sollten GW-Aufschlüsse zur Probenahme ausschließlich mit Hilfe von Sondiertechnik errichtet werden. Wegen der sich ergebenden, schlanken Ausbaugarnitur sind fast alle Aufschlüsse dieser Art dem Typ einer Sondermessstelle zuzuordnen. GW-Proben können bei geringen Flurabständen direkt mit Hilfe von Schlauchpumpen aus den Gaslanzen gewonnen werden. Das beprobte Raumvolumen ist wegen der geringen Förderleistung und den kurzen Gasfilterstrecken (wenige Dezimeter) jedoch klein, eine Zustandsbewertung wegen fehlender Raumintegration für den gesamten Gasspeicher schwer möglich. Bei der Probengewinnung aus Gasspeichern haben sich aquiferintegrierte Miniatur-Doppelventil-Verdrängungspumpen be-

währt. Sie ermöglichen zwar ebenfalls nur die Beprobung sehr kleiner GW-Volumen, die Probenahme erfolgt aber unterdruckfrei und ist somit für leichtflüchtige Stoffe geeignet. Gelöste Gase (N_2 , O_2 , CO_2 , N_2O , CH_4 , H_2 , He, Ar, Ne, NH_3) müssen mit einer druck- und massehaltenden Beprobungstechnik entnommen werden. Hierfür bieten sich BAT[®]-Messstellen oder mindestens 2“-Grundwasseraufschlüsse für mobile BAT-Technik an. Bei der Anwendung dieser Probennahmetechnik sind spezielle Qualitätskontrollen (Druckmessungen, Partialdruckberechnungen aller gelösten Gase) erforderlich (EHBRECHT et al., 2004). 2“-GW-Aufschlüsse können in Gaswandbereichen mit dem Sonic-Verfahren installiert werden. Um Ausgasungen zu verhindern sind sie durch eine gasdichte Kappe zu verschließen. Dieser Messstellentyp bietet die Möglichkeit Gütepumpversuche/Immissionspumpversuche zur großräumigeren Beschaffenheitsanalyse in Gasspeichern durchzuführen.

In-Situ-Gassensorarrays zur Bestimmung von Gasverteilung und -geschwindigkeit

Damit ein Sensorarray möglichst die Gasausbreitung und -geschwindigkeit auf der Porenebene erfassen kann, ist es bevorzugt in die Kornmatrix – als aquiferintegrierte Sensorkombination – einzubauen. Die Einbautechnologie muß sich an der von Gaslanzen orientieren. Auf Einbaumaterial wie Kies sollte verzichtet werden, da sich in ihm Gasansammlungen bilden können. Wegen der äußerst geringen Raumauflösung müssen, den gashydrogeologischen Verhältnissen entsprechend, ausreichend viele Sensoren in Form eines Sensornetzes installiert werden. Die Gasverteilung kann im Fall von O_2 -Injektionen leicht mit elektrochemischen oder optischen In-Situ-Sensoren detektiert werden. Besonders geeignet ist ein Basisnetz, bestehend aus Redox-Sensoren und O_2 -Optoden, wobei die Redoxsensorik eine kürzere Ansprechzeit besitzt. Diese passiv messenden Systeme können in schluffigen Feinsanden auch mit Miniatur-Doppelventil-Verdrängungspumpen zur Erhöhung der Raumreichweite gekoppelt werden. Ergänzend können Messsysteme zur kontinuierlichen Datenerhebung auch direkt in die Filter von Grundwasseraufschlüssen zur Probennahme eingebaut werden. Es ist jedoch sicherzustellen, dass bei der Messwert-

aufzeichnung die GW-Beschaffenheit außerhalb der Messstelle aufgezeichnet wird (Nutzung intervallgesteuerter hydraulischer Anregungstechnik).

Messungen der Gassättigung

Zur gezielten Bewirtschaftung eines Gasspeichers müssen die Gassättigungen unter den jeweiligen Druckbedingungen analysiert werden. Auf ihrer Grundlage kann teufenorientiert eine Quantifizierung der eingespeicherten Stoffmengen vorgenommen werden. Sie sind der zentrale Bewirtschaftungsparameter für Gasspeicher. Grundsätzlich eignen sich folgende Messverfahren. Wassergehalte können über eine Bestimmung der Wärmekapazität ermittelt werden. Zur Aufnahme des Temperaturverhaltens gasgesättigter Aquiferbereiche muß der Aquifer aufgeheizt werden. Auch die Messung der elektrischen Leitfähigkeit ist grundsätzlich geeignet, Gassättigungen zu bestimmen, allerdings nicht hinreichend genau in einer Größenordnung von 2%. Beide Messverfahren haben zudem den Nachteil, dass nur punktuelle Messungen möglich sind. Kernphysikalische Bohrlochmethoden sind gut geeignet zur Aufnahme von Gassättigungsprofilen (S_G -Logs). Durch Einleiten von Gamma- oder Neutronenstrahlen in den Untergrund kann der Feuchtegehalt in den Poren des Aquifers indirekt bestimmt werden. Die räumliche Eindringtiefe in den Untergrund liegt bei 12–15 cm. Mit dem Neutron-Neutron Messverfahren kann, nach materialspezifischen Kalibrierungen, eine etwas kleinere Nachweisgrenze ($S_G = 2-4\%$) als mit dem Gamma Gamma Verfahren ($S_G = 4-8\%$) erzielt werden. Ein wesentlicher Nachteil der Kernverfahren liegt im hohen Aufwand erforderlicher Kalibrierungen, in Kombination mit geringen Halbwertszeiten der Strahlungsquelle ($C_f = 2,65$ a). Die höchste Messgenauigkeit zur Bestimmung der Gassättigung wird durch den Einsatz der Time Domain Reflectometry (TDR) erzielt. Hierbei handelt es sich um ein dielektrisches Messverfahren, bei dem anhand der Laufzeiten elektromagnetischer Impulse Dielektrizitätskonstanten bestimmt werden (FUNDINGER, R. et al., 1996). Hierbei wirkt der Boden zwischen zwei Messstäben als Dielektrikum. Eine Veränderung des Wassergehaltes führt zu einer Veränderung der Dielektrizitätskonstante, was auf den volumetrischen Wassergehalt schließen läßt. Die Messgenauigkeit des Verfahrens liegt unter den Be-

dingungen der Saturationszone bei 2 Vol. %. Die Messtechnik ist als TDR-Rohrsonde verfügbar und kann in speziellen, wasserfrei zu errichtenden 2“-TDR-Rohren eingesetzt werden (ENGELMANN, F. I. et al., 2010). Der Einbau der 2“-TDR-Rohre erfolgt mit voreilender Sedimentkernentnahme im Sonic-Verfahren.

Raumintegrierende Parameter-identifikation

Wegen der hohen Heterogenität der Parameterfelder in Gaswänden haben raumintegrierende Monitoringverfahren, auch zur Einordnung punktuell gewonnener Informationen, eine große Bedeutung. Mit Hilfe von Gasspeicherpumpversuchen und Auffülltests

können in-situ Reduzierungen der geohydraulischen Leitfähigkeit ermittelt werden. Hierfür sind hochauflösende Drucksensoren erforderlich. Einbohrlochmarkierungstests liefern Informationen zu Änderungen der Porosität, Dispersion oder Retardation bzgl. der Ausbreitung von GW-Inhaltsstoffen. Für die Aufzeichnung von Verdünnungskurven im Filter von Messstellen eignen sich In-Situ-Sensoren (z. B. Lf-, Chlorid-, Nitrat-Sensoren oder In-Situ-ISA-Spektrometer für Ammonium, organische Spurenstoffe, Sulfat, Fe(II), u. a.). Die genannten Sensoren finden auch bei der Datenerhebung im Rahmen von Gütepumpversuchen und somit bei der Bewertung von Heterogenitäten im Parameterfeld Anwendung. Mit Hilfe von Gastracertests lassen sich kohärente Gasausbreitungsmechanismen und Geschwindigkeiten im Gasspeicher während seiner Formierung nachweisen.

Literatur

- BURGHARDT, D., KRAUSE, T., MANN, S., LIEDL, R., ENGELMANN, F. I. (2012): Einfluss des Sauerstoff-Gassättigungsgrades auf Durchlässigkeitsbeiwerte eines Porengrundwasserleiters zur Abschätzung der hydraulischen Wirksamkeit des Sanierungsverfahrens BIOXWAND. TU Dresden unveröff.
- EHBRECHT, H. et. al (2004): FuE Vorhaben BIOXWAND, Entwicklung und Erprobung einer Bio-Oxidationswand im Abstrom eines hoch mit Ammonium kontaminierten Grundwasserleiters, Förderkennzeichen 02 WT 0091, unveröff. Berlin
- ENGELMANN, F. I. (2010): Abschlussbericht: Modellgestützte Hoch-Druck-Impulsgasinjektion (HDI) zur in-situ Sanierung kontaminierter Grundwässer. Technologie und Messtechnikentwicklung. Entwicklung eines In-Situ-Gaseintragssystems und einer Gaseintragstechnologie zur HDI und kontrollierten Bewirtschaftung unterirdischer Gasspeicher. Förderkennzeichen KF001101SB7, Projektlaufzeit 01.10.08–31.12.09
- ENGELMANN, F. I., P. HOPP, L.P. SCHMOLKE, H. EHBRECHT (2010): Bewirtschaftung von Gasspeichern. Kontrollierte Steuerung basierend auf Messungen zur Gassättigung. TerraTech 2011
- FUNDINGER, R., KÖHLER, K., STACHEDER, M. (1996): Messung der Material- und Bodenfeuchte mit der TRIME-Methode. In: VDI/VDE Gesellschaft (Hrsg.): Sensoren und Meßsysteme.-VDI-Bericht, 1255: 417-422.
- GEISTLINGER, H., KRAUSS, G., LAZIK, D. & LUCKNER, L. (2006): Direct gas injection into saturated glass beads: Transition from incoherent to coherent gas flow pattern. Water Resources Research, 42, W07403.
- HORNER, CH., ENGELMANN, F.I., NÜTZMANN, G. (2009): Model based verification and prognosis of acidification and sulphate releasing processes downstream of a former sewage field in Berlin (Germany). Journal of Contaminant Hydrology.
- MANN, S., (2012): Laborative Untersuchungen zum Einfluss des Sauerstoffgas-Sättigungsgrades auf die geohydraulische Leitfähigkeit. Bachelorarbeit, TU Dresden, Institut für GW-Wirtschaft

Effizienz und Kostenoptimierung bei LHKW-Grundwassersanierungen

- technische und organisatorische Lösungen

DIETER RIEMANN

1 Einleitung

Seit Beginn ihrer Tätigkeit ist die HIM-ASG mit der Frage nach der Wirtschaftlichkeit von LHKW-Grundwassersanierungen konfrontiert worden. Insbesondere in den letzten Jahren sind in Fachgesprächen immer wieder Diskussionen über die Verhältnismäßigkeit langlaufender Pump-and-Treat-Maßnahmen geführt worden. Somit stand die HIM-ASG stets in der Pflicht, bei der Planung neuer Wasseraufbereitungsanlagen technische Lösungen für einen effizien-

ten und optimierten Betrieb zu erarbeiten, aber auch bestehende Wasseraufbereitungsanlagen unter verschiedensten Gesichtspunkten fortwährend zu optimieren und einen wirtschaftlichen Betrieb sicher zu stellen.

Die hierbei verfolgten Konzepte sollen nachfolgend anhand von drei Fallbeispielen aus den Projekten der HIM-ASG dargestellt werden.

2 Projekt „Kassel, Chemikalienhandel Leuschnerstraße“

2.1 Projektstandort und Historie

Die Firma Mamot-Chemie de Greef & Co hat auf dem Firmenstandort von 1955 bis 1970 Entfettungs- und Reinigungsmittel hergestellt und vertrieben. Von 1970 bis 1991 beschränkte sich die Firmentätigkeit auf den Vertrieb von Industriereinigern, insbesondere mit Dichlormethan, aliphatischen, naphthenischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen, Glykolestern und Natronlauge als Inhaltsstoffen.

Im Zuge von Baumaßnahmen wurden im Jahr 1993 Auffälligkeiten festgestellt, die auf Verunreinigungen des Untergrunds durch Lösungsmittel hindeuteten. Daraufhin wurde der Fall im Juni 1994 an die HIM zur Durchführung weiterer Maßnahmen übertragen. In nachgeschalteten Erkundungsphasen wurden bis 1998 massive Verunreinigungen des Bodens und Grundwassers durch Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) nachgewiesen. Vor diesem Hintergrund wurde der ehemalige Firmenstandort als Altlast festgestellt und mit dem Bescheid

vom 17.04.1998 die Sanierung des Bodens und des Grundwassers veranlasst.

Im 1. Sanierungsschritt wurde von Juni 1998 bis April 1999 der Haupteintragsbereich ausgekoffert. Hierbei wurden 12 000 t verunreinigter Boden mittels Bodenaushub aus dem Untergrund ausgehoben, wovon ca. 5 000 t nach erfolgreicher on-site-Behand-



Abb. 1: Einhausung Sanierungsanlage.

lung (Thermo-Stripping) wieder eingebaut wurden. Im Anschluss an die Bodensanierung startete im Oktober 1999 die Sanierung des Grundwassers als Herdsanierung mittels Pump-and-Treat.

Schon in der Planungsphase wurden in der Schadstofffahne zwei Zonen detektiert, und zwar eine Reduktionszone, die die Schadstoffe ohne erkennbaren Abbau passieren und eine oxische Zone, in der die Schadstoffe in stabilen bzw. rückläufigen Konzentrationen vorliegen und demnach einen Abbau erfahren.

2.2 Sanierungsverfahren

Die Entnahme des belasteten Grundwassers erfolgt über mehrere Horizontal- und Vertikalfilterbrunnen sowie über die im Sohlbereich der ehemaligen Baugruben verlegten Flächen-/Ringdrainagen. Das geförderte Wasser wurde zu Beginn der Sanierung in einer 3-stufigen Strippanlage mit nachgeschaltetem Wasseraktivkohlefilter abgereinigt. Im Zuge der Sanierung wurde das Aufbereitungsverfahren durch bauliche Maßnahmen stufenweise an geänderte Randbedingungen wie z. B. abnehmende Schadstoffgehalte angepasst. Derzeit erfolgt die Sanierung über eine reine Aktivkohlefiltration.

2.3 Umsetzung organisatorische und technische Lösungen

Aus der Erkundung der beiden Zonen, in denen sich die Schadstoffe unterschiedlich verhalten, konnte gefolgert werden, dass eine aktive hydraulische Sanierung nur in der Reduktionszone erfolgt, bis die Schadstoffe soweit reduziert sind, dass sich ein aerober biologischer Abbau einstellen kann.

Auf Grund deutlich abnehmender Schadstoffgehalte im geförderten Grundwasser, geringer Wassermengen und der Anfälligkeit gegen Verkalkung verursachte der Betrieb der 3-stufigen Strippanlage schon nach wenigen Betriebsjahren verhältnismäßige hohe Wartungs- und Stromkosten. Die Anlagenverfügbarkeit lag zuletzt bei nur

89 %. Mit dem Ziel einer Verfahrens- und Kostenoptimierung wurde die Sanierungstechnik daher durch insgesamt 2 wesentliche Optimierungsschritte verbessert.

Im Rahmen einer Variantenstudie wurden im Jahr 2002 verschiedene Aufbereitungstechniken unter technischen wie auch monetären Gesichtspunkten für die Anwendbarkeit auf dem Standort geprüft. Im Ergebnis wurden zwei Aufbereitungsschritte (1. Desorbertankanlage, 2. Aktivkohleanlage) als grundsätzlich geeignet angesehen und ihre Tauglichkeit für eine Umsetzung am Standort durch Vorversuche überprüft. Letztendlich wurden Vor- und Nachteile der jeweiligen Aufbereitungstechnik ermittelt und eine Kombination der einzelnen Verfahrensstufen als effiziente Lösung unter Berücksichtigung von Investitions- und Betriebskosten umgesetzt.

Die Errichtung der Aufbereitungsanlage erfolgte August/September 2003. Das ausgeschriebene Desorbertanksystem wurde als sogenannter Kompaktstripper ausgeführt. Die Anlage wurde modular aufgebaut, um bei Bedarf einzelne Verfahrensstufen problemlos weiter betreiben zu können. Die Sanierungsanlage wurde vollständig in zwei nebeneinander stehende Fertiggaragen eingebaut, die sich zudem wesentlich besser in das Wohnumfeld einfügen.

Durch die Sanierung konnten die Schadstoffgehalte im Grundwasser immer weiter reduziert werden. Durch diesen Sanierungserfolg konnte die Verfah-



Abb. 2: Anlagentechnik in Doppelgarage.

renstechnik Anfang 2007 verringert und das Modul des Kompaktstrippers außer Betrieb genommen wer-

den. Seit der Umstellung erfolgt die Abreinigung über eine reine Aktivkohleadsorption.

2.4 Fazit

Durch die Definition des Sanierungszieles konnte bereits in der Planungsphase der Verhältnismäßigkeit Rechnung getragen werden. Mit der Anpassung der Aufbereitungstechnik konnte die Wirtschaftlichkeit der Grundwassersanierungsanlage deutlich verbessert werden, da durch einen automatisierten und wenig störanfälligen Betrieb die Anlagenbereitschaft

auf über 95 % gesteigert und der Überwachungs- und Wartungsaufwand in Folge reduziert werden konnte. Zusätzlich verringerte sich der Strombedarf der Sanierungsanlage mit jedem Optimierungsschritt um ein Vielfaches, so dass die Energiekosten mit der aktuellen Anlagenkonfiguration bei nur noch ca. 15 % (im Vergleich zu 1999) liegen.

3 Projekt „Rodgau-Weiskirchen, Ehemalige Firma Henkel“

3.1 Projektstandort und Historie

Das ehemalige Firmengelände der Fa. Adam Henkel & Söhne, Metallwaren liegt in Rodgau-Weiskirchen in einem Wohn- und Gewerbegebiet. Das Gelände wurde ca. 40 Jahre durch die Familie Henkel industriell als Metallwarenfabrik genutzt. Im Rahmen der Bearbeitung wurden die Metallteile mittels Trichlorethen entfettet.

Nach der Stilllegung des Betriebs in 1995 wurde das ehemalige Betriebsgelände mit Einfamilienhäusern hochwertig bebaut. Im Zuge der Neubebauung wurden im Boden, in der Bodenluft und im Grundwasser hohe Gehalte an LHKW festgestellt. Im August 1999 wurde durch den Handlungstörer ein Sanierungsplan für das Grundwasser vorgelegt und im Februar 2000 die Grundwassersanierung begonnen.

Da dem Sanierungsverantwortlichen die Mittel fehlten, wurde das Projekt und damit die Weiterführung der Grundwassersanierung am 04.12.2008 an die HIM-ASG übertragen.

In 2009 und 2010 wurden Detailerkundungen der Belastungssituation im Boden und im Grundwasser auf und im Umfeld des ehemaligen Betriebsgeländes

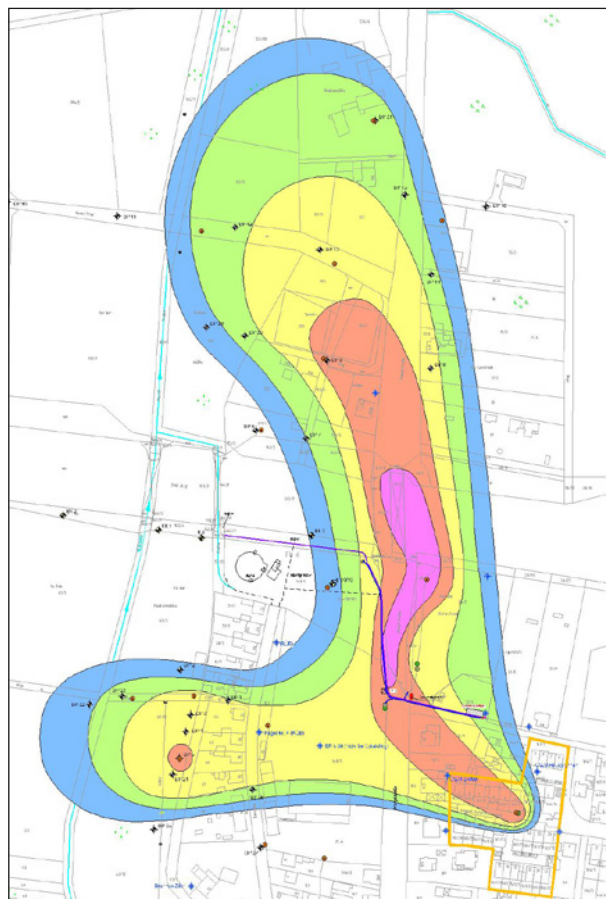


Abb. 3: Schadstofffahne.

durchgeführt. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass sich ausgehend vom Eintragsort eine ca. 500 m lange LHKW-Schadstofffahne in Grundwasserfließrichtung ausgebildet hat.

Weiterhin zeigten die Ergebnisse der Detailerkundungen, dass ein vormals betriebener Sanierungsbrunnen im seitlichen Abstrom des Schadenszentrums liegt und daher die Sanierung nicht effizient betrieben wurde. Zudem wurde der weitere Abstrom des ehemaligen Firmengeländes nicht erfasst.

Vor diesem Hintergrund und angesichts der nach wie vor hohen LHKW-Belastungen im Grundwasser wurde beschlossen, die vorhandene Mietanlage durch eine neue an die Standortgegebenheiten optimal angepasste Sanierungsanlage zu ersetzen. Im Februar 2011 wurde eine neue Grundwassersanierung am Standort in Betrieb genommen.

3.2 Sanierungsverfahren

Das belastete Grundwasser wird aus 3 Sanierungsbrunnen gefördert und über unterirdische Rohrleitungen zu einer ortsfesten Sanierungsanlage gepumpt. Hier wird das Grundwasser über Strippkolonnen (Horizontal- und Turmstripper) behandelt. Die belastete Luft wird anschließend in einer mehrstufigen Aktivkohleanlage abgereinigt. Das aus der Stripperstufe abgeführte Wasser wird über 2 Wasseraktivkohlefilter geleitet, die als Polzeifilter dienen



Abb. 4: Anlage mit Horizontal- und Turmstrippern.

und eine vollständige Entfernung etwaiger Restkonzentrationen sicherstellen. Das gereinigte Grundwasser wird in den nahe gelegenen Vorfluter, die Rodau, eingeleitet.

3.3 Umsetzung technische und organisatorische Lösungen

Im Zuge der Sanierung wurde im Rohwasser ein stetiger Anstieg von cis-1,2-Dichlorethen nachgewiesen, welches aufgrund der großen Entnahmereichweite der hydraulischen Maßnahme aus der Schadstofffahne in Richtung der Sanierungsbrunnen verlagert wurde.

Die Ergebnisse belegten zwar die hydraulische Effektivität der Sanierungsmaßnahme und folglich die Sicherung der Grundwasserbelastung, stellen jedoch erhebliche Anforderungen an die installierte Anlagentechnik. Die Stripluft der Anlage wird zur Vermeidung von Kalkausfällungen im Kreislauf ohne Frischluftzuführung über Aktivkohle geführt. Cis-1,2-Dichlorethen wird verhältnismäßig schlecht an der Luftaktivkohle oder Wasseraktivkohle adsorbiert. Die Aktivkohle musste daher häufiger ausgetauscht werden, was zu einem hohen Überwachungs- und Betriebsmittelbedarf führte.

Mit dem Ziel, die Effizienz der Verfahrenstechnik zu steigern und damit nachhaltig die Kosten für die Überwachung wie auch den Betrieb zu reduzieren, wurde die Sanierungsanlage in 2 Stufen optimiert.

Zu Beginn der neuen Grundwassersanierung erfolgte die Strippung des Rohmischwassers über 2 in Reihe geschaltete Horizontalstripper. Trotz der hohen Reinigungsleistung der Stripperstufen von ca. 90% wurden im Ablauf der zweiten Stripperstufe immer noch erhöhte cis-1,2-Dichlorethengehalte nachgewiesen, was zu einem höheren Verbrauch an Wasseraktivkohle führt.

Um die Restgehalte im Prozesswasser nach Strippung weiter zu verringern und somit die Beladung der Wasser-

aktivkohle zu minimieren, wurden zwei zusätzliche Turmstripper in die Verfahrenstechnik eingebunden. Die beiden Turmstripper wurden den Horizontalstrippern nachgeschaltet und steigerten den Wirkungsgrad der Strippanlage auf ca. 99%. Dadurch konnte der jährliche Bedarf an Wasseraktivkohle um mehr als 60% reduziert werden.

Die mit LHKW beladene Prozessluft wird über 3 in Reihe geschaltete Luftaktivkohlefilter abgereinigt. Da sich die Zusammensetzung des Schadstoffspektrums zu cis-1,2-Dichlorethen verschoben hat, zeigte die anfänglich eingesetzte Luftaktivkohlesorte sehr unbefriedigende Beladungskapazitäten, was sich in sehr kurzen Standzeiten und entsprechend hohem Betriebsmittelbedarf widerspiegelte.

Zur Umsetzung von technischen und organisatorischen Lösungen war es daher unumgänglich, verschiedene Luftaktivkohlesorten auf ihr Rückhaltevermögen von cis-1,2-Dichlorethen zu testen. Insgesamt wurden 5 verschiedene Aktivkohlesorten überprüft. Durch die Tests wurden zwei Sorten identifiziert, die die höchsten Beladungskapazitäten aufwiesen. Die Betriebsmittel wurden daher geändert und derzeit wird die Aktivkohle, die unter dem Markennamen „Desorex K 47“ vertrieben wird, verwendet. Durch

den Einsatz des optimierten Luftaktivkohlematerials konnte die Standzeit der Filter um etwa den Faktor 3 erhöht werden.

3.4 Fazit

Durch die technische Lösung und die einzelnen Optimierungsschritte verringerten sich die jährlichen Betriebsmittelkosten um ca. 30 000 €. Neben der Kosteneinsparung für die Betriebsmittel Wasser- und Luftaktivkohle verringerte sich mit der Optimierung der Sanierungsanlage auch der Überwachungsaufwand für die Aufbereitungstechnik. So konnte der Turnus der Probenahme von wöchentlich auf monatlich verringert werden. Weiterhin reduzierte sich die Anzahl der Überwachungsstellen in der Sanierungsanlage, aufgrund der guten Reinigungsleistung der einzelnen Verfahrenskomponenten, deutlich. Durch die organisatorische Lösung des gestreckten Überwachungsturnus werden jährlich nochmals ca. 15 000 € an Kosten eingespart.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass mit der Optimierung der Sanierungsanlage eine jährliche Kosteneinsparung von ca. 45 000 € erzielt werden konnte.

4 Projekt „Friedberg, ehemalige Pelzveredelung Maiwald“

4.1 Projektstandort und Historie

Der Standort befindet sich im östlichen Stadtgebiet Friedbergs. Auf den Grundstücken waren seit Mitte des 19. Jahrhundert Gerbereibetriebe ansässig. Im Jahre 1955 siedelte sich die Fa. Maiwald KG an. Nutzungsbedingt ist es auf dem Grundstück zu erheblichen Kontaminationen des Grundwassers, der Bodenluft und des Bodens mit leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) gekommen.

Da die ermittelten Handlungsstörer nicht in der Lage sind, die notwendigen Mittel für Sanierungsmaßnahmen bereitzustellen, wurde das Projekt im August 2009 an die HIM-ASG übertragen.

Zwischen 2009 und 2010 wurden auf dem Betriebsgelände der Maiwald KG sowie auf angrenzenden Grundstücken weiterführende Untersuchungen zur Aufnahme der Schadstoffbelastung im Boden, der Bodenluft und im Grundwasser durchgeführt. Im Ergebnis der Untersuchungen wurden sehr hohe Schadstoffbelastungen und ein dringender Handlungsbedarf festgestellt.

In einem ersten Schritt wurde Ende 2010 eine Bodenluftabsaugung zum Schutz des bewohnten Gebäudes vor LHKW-Belastungen der Raumluft als Sofortmaßnahme in Betrieb genommen. Im Jahr 2011 erfolgte die Sanierungsplanung und im März 2012 wurde eine kombinierte Bodenluft-/Grundwassersanierungsanlage in Betrieb genommen.

4.2 Sanierungsverfahren



Abb. 5: Horizontalstripper H1 und H2.

Die Sanierungsanlage setzt sich aus einer Bodenluftabsaugung und einer Grundwasserreinigung zusammen und wurde unter Ausnutzung der vorhandenen Infrastruktur in einen der ehemaligen Betriebsräume eingebaut.

Bei der Bodenluftabsaugung wird aus sechs vorhandenen Bodenluftpegeln abgesaugt. Die Grundwasserreinigungsanlage reinigt das Rohwasser über einen 11-Kammer-Horizontalkompaktstripper ab. Nachfolgend ist ein 8-Kammer-Kompaktstripper als Polizeistripper geschaltet.

Die Strippluft wird gemeinsam mit der Bodenluft über 3 Luftaktivkohlefilter gereinigt. Die anschließende Ableitung der Reinluft erfolgt über den vorhandenen Kamin in einem der Anlagennebenräume.

4.3 Umsetzung technische Lösungen in der Planungsphase

Bei der Planung und Errichtung der Sanierungsanlage wurde ein besonderes Augenmerk auf die Nutzung der vorhandenen Infrastruktur, d. h. bestehende Gebäude gelegt. Eine Nutzung der ehemaligen Betriebsräume als Aufstellungsort der Sanierungsanlage war erforderlich und auch die kostengünstigste Lösung. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse war

die Sanierungsanlage entsprechend anzupassen. Dieser Tatsache musste die Sanierungstechnik Rechnung tragen.

Entgegen einer konventionellen Sanierungstechnik, bestehend aus mehreren Turmstrippern und nachgeschalteten Wasseraktivkohlefiltern, wurde die Verfahrenstechnik auf zwei Horizontalstripper reduziert. Die Reinigung des Rohwassers erfolgt im Wesentlichen über den ersten Horizontalstripper H1. Der zweite Horizontalstripper H2 erfüllt hierbei eine Polizeifunktion und stellt die vollständige Abreinigung des geförderten Grundwassers vor der Einleitung in den Vorfluter, die Usa, sicher.

Die beiden Horizontalstripper werden mit Frischluftzuführung betrieben. Daher wirkt die Sanierungsanlage zugleich als Enteisenungsstufe, so dass auch ein Mehrschichtkiesfilter als Anlagenkomponente entfallen konnte. Das im Rohwasser gelöste Eisen II wird durch den Luftsauerstoff oxidiert und fällt in Form eines Schlammes innerhalb der Stripper aus. Der Schlamm wird im Zuge der ein bis zweimaligen jährlichen Wartung der Anlage entfernt.



Abb. 6: Eisenschlamm und Feinsediment im Horizontalstripper H1.

Im Zuge des Probetriebs konnte ein stabiler und störungsfreier Betrieb nachgewiesen werden. Die vorgegebenen Reinigungszielwerte wurden durch die installierte Verfahrenstechnik sicher erreicht und eingehalten.

4.4 Fazit

Im Vergleich zu konventionellen Sanierungsanlagen konnten durch den Verzicht auf Wasseraktivkohlefilter und Kiesfilter Einsparungen bei den Investitionskosten von rund 20 000 € netto erzielt werden. Weiterhin liegen die jährlichen Betriebskosten für Strom, Wartung und Überwachung ca. 4 000 € unter einer vergleichbaren Großanlage.

Die Anlagensicherheit wurde zu Anfang durch eine engere Überwachung im Probetrieb überprüft. Zudem wurden durch den Anlagenhersteller vertraglich entsprechende Garantien übernommen. Die Einsparung bei der Anlagentechnik geht daher nicht zu Lasten der Anlagensicherheit, die im bisherigen Betriebszeitraum immer sehr zuverlässig war.

5 Gesamtfazit

Durch die genannten Fallbeispiele aus der Praxis der HIM-ASG werden Lösungen aufgezeigt, mit denen die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit von Sanierungsanlagen stetig überprüft werden. Dies bezieht sich zum einen auf bestehenden Aufbereitungsanlagen, bei denen aufgrund eines veränderten Schadstoffspektrums oder durch insgesamt zurück gehende

Schadstoffgehalte entsprechende Anpassungen vorgenommen werden. Zum anderen können auch in der Planungsphase durch Zieldefinitionen und Optimierung der Anlagentechnik Einsparungen erzielt werden. Ziel bleibt somit, die Wirtschaftlichkeit von LHKW-Grundwassersanierungen fortwährend zu überprüfen und zu optimieren.

Ökotoxikologische Untersuchungen bei der Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen in der Altlastenbearbeitung

MARIE-ANNE FELDMANN, GERD NICKEL, TILMAN OERTER, SONJA SCHUSTER, PETRA STAHLSCHEIDT-ALLNER & KARIN TEICHMANN

Bei Altlasten handelt es sich häufig um Flächen, die mit sehr heterogenen Schadstoffgemischen belastet sind. Diese Standorte sind dadurch charakterisiert, dass

- nur unzureichende Informationen über die an einem Standort eingesetzten oder abgelagerten Stoffe vorliegen;
- z. T. chemische Stoffe eine Rolle spielen, für die noch keine Bewertungsgrundlagen und/oder standardisierte Analysenverfahren existieren;
- mögliche Wechselwirkung der Stoffe untereinander anhand der vorliegenden Einzelstoffanalysen nicht beurteilt werden können.

Üblicherweise werden die Gehalte einzelner Schadstoffe chemisch-analytisch nachgewiesen. Doch dieses Vorgehen stößt bei den genannten Aspekten an Grenzen, denn es muss mit Schadwirkungen gerechnet werden, die unterschiedliche Organismen (Tiere, Pflanzen, Pilze, Bakterien) in deren Lebensfunktionen wie z. B. Stoffwechsel, Fortpflanzung und Wachstum beeinträchtigen können. Die chemische Analyse von Konzentrationen einzelner Stoffe sagt über die komplexe Schadwirkung von Gemischen auf die belebte Umwelt unter Umständen nur wenig aus.

Um Auswirkungen von Schadstoffgemischen vor allem im Abstrom von Altlasten zu erfassen, sind daher Verfahren von Interesse, die Wirkungen beobachten und beurteilen.

Anlass war die Sanierung einer alten Sondermülldeponie. Im Laufe des Verfahrens wurde nach Möglichkeiten bzw. Methoden gesucht, die eine integrale Aussage über die von einer Altlast ausgehende Schadwirkung auf die belebte Umwelt liefern könnten. Dabei wurde der Versuch unternommen, Grundwasserproben mit Hilfe von ökotoxikologischen Testverfahren zu untersuchen, wie sie bei Oberflächenge-

wässern schon seit längerem erfolgreich angewendet werden.

Die Ergebnisse konnten zunächst nicht erschöpfend interpretiert werden, denn es gab keine Erfahrungen und keine Beurteilungsmaßstäbe. Deshalb hat das HLOG das Institut GOBIO GmbH beauftragt, einen Leitfaden zur experimentellen ökotoxikologischen Bewertung von Altlasten zu entwerfen.

Im Entwurf des Leitfadens wurde aufgezeigt, dass für den aquatischen Bereich bereits einige standardisierte und somit vergleichbare biologische Testverfahren existieren. Bei Oberflächengewässern werden solche Tests zur Erfassung der aquatischen Toxizität, z. B. im Zusammenhang mit Abwassereinleitungen, eingesetzt. Beobachtet wird die Schadstoffwirkung auf Organismen, die im Wasser leben. Die Verfahren sind im Bereich der Oberflächengewässer auch rechtlich verankert.

Im Vordergrund stand die Beantwortung folgender Fragen:

- Sind aquatische Organismen im Grundwasser und in Oberflächengewässern vergleichbar?
- Lassen sich die für Oberflächengewässer entwickelten Methoden und Bewertungsmaßstäbe näherungsweise auf das Grundwasser übertragen?
- Welche standardisierten Testverfahren stehen zur Verfügung?
- Welche Ergebnisse liefern die Verfahren und wie sind diese dann zu bewerten?
- In welchen Fällen der Altlastenbearbeitung können ökotoxikologische Verfahren weiterhelfen und welche Randbedingungen sind hierbei zu beachten?

Eine Arbeitsgruppe aus Vertretern der RPen, des Instituts GOBIO GmbH und des HLOG hat daraufhin

den von GOBIO erarbeiteten Leitfaden für die Behördenpraxis weiterentwickelt. Der Focus der Arbeitsgruppe lag dabei auf der Beurteilung von Grundwasserproben aus dem Abstrom von Altlasten.

Während der begleitenden Recherchen wurde deutlich, dass das Ergebnis nicht die Qualität einer Arbeitshilfe oder eines Leitfadens haben kann. Es handelt sich um einen ersten Schritt, sich diesem Thema zu nähern. Grundwasserverunreinigungen über die Wirkungen zu betrachten, ist ein neuer Weg, der bislang noch nicht beschritten wurde und für den keine Erfahrungen vorliegen.

Als Teilaspekt wuchs und festigte sich in der Arbeitsgruppe die Erkenntnis, dass das Grundwasser belebt und ein eigenständiges Ökosystem ist. Allerdings gibt es bislang nur wenige Kenntnisse über diesen Lebensraum, die Forschungen sind noch lange nicht abgeschlossen. Es gibt weder ökotoxikologische Testverfahren für Grundwasser mit GW-Organismen, noch Bewertungsmaßstäbe für dieses Medium.

Da man das Grundwasser bislang noch nicht als Ökosystem beurteilt hat, können die in der Ausarbeitung vorgeschlagenen Ansätze und Maßstäbe noch lange keinen Einzug in gesetzliche Regelwerke finden. Dem trägt die Veröffentlichung als Studie Rechnung.

Die Studie 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. Darüber hinaus 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.

Der Entwurf ist fertig gestellt und wird zurzeit redaktionell überarbeitet. Eine Veröffentlichung in der Schriftenreihe „Handbuch Altlasten“ des HLUg ist bis Anfang 2014 vorgesehen.

Bereits im Jahr 2011 wurden die Arbeiten zur Anwendung von ökotoxikologischen Untersuchungen interessierten Vertretern der hessischen Fachverwaltungen in einem Fachgespräch vorgestellt. Diese Veranstaltung soll im Frühjahr 2014 wiederholt werden – diesmal für ein breiteres Publikum.

Organische Spurenstoffe, Nutzung der Indikatorfunktion in einem komplexen Grundwasserleittersystem

ROLAND REH, TOBIAS LICHA, TOBIAS GEYER, KARSTEN NÖDLER & MARTIN SAUTER

In einem komplexen Grundwasserleittersystem in Karbonatformationen des Zechsteins, das durch Störungszonen, Karsterscheinungen und drei Hauptquellgebiete charakterisiert ist, wurden in einer zweijährigen Studie das Vorkommen und die Verteilung 54 verschiedener organischer Spurenstoffe untersucht. Die Landnutzung des Untersuchungsgebiets ist durch ein Stadtgebiet mit Industriestandorten und Altlasten als auch durch Landwirtschaft geprägt. Das analysierte Stoffspektrum umfasst Arzneimittel, Pestizide und Rostschutzmittel, aber auch Abwassertypische Stoffe des täglichen Lebens, wie z. B. Koffein. Mittels der verwendeten HPLC-MS/MS-Analytik (NÖDLER et al., 2010; REH et al., 2013), die sehr niedrige Bestimmungsgrenzen zwischen 1,2–28 ng/l ermöglicht, wurden 44 verschiedene Stoffe im Grundwasser detektiert.

Sowohl die räumliche als auch die saisonale Verteilung der Spurenstoffe wurde hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeit als Transportindikatoren im betrachteten komplexen Grundwassersystem ausgewertet.

Die am häufigsten nachgewiesenen Stoffe sind Atrazin mit seinen Metaboliten Desethylatrazin und Desisopropylatrazin sowie das Rostschutzmittel 1H-

Benzotriazol. Die am häufigsten vorkommenden Arzneimittel sind das Anti-Epileptikum Carbamazepin sowie das Schmerzmittel Phenazon. Das Verteilungsmuster ist in der zweijährigen Studie reproduzierbar, verweist auf bevorzugte Fließ- und Transportwege im Untergrund und lässt eine Abgrenzung der Quelleinzugsgebiete zu. Punktuelle Einträge, wie z. B. Altablagerungen, können durch bestimmte Stoffkombinationen identifiziert werden.

Da Atrazin seit 1992 in Deutschland nicht mehr als Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden darf, zeigen die Untersuchungen auch eine langzeitliche Fließkomponente im System an. Das Auftreten von Atrazin im unteren Grundwasserleiter verweist begrenzt auf Transportwege zwischen den Grundwasserstockwerken. Neben diesen Langzeitkomponenten werden periodisch Antibiotika, wie z. B. Erythromycin, nach Grundwasserneubildungsereignissen (insbesondere Schneeschmelzen) detektiert und zeigen eine kurzfristige Fließkomponente im Grundwasserleiter an.

Zusammenfassend kann gezeigt werden, dass organische Spurenstoffe als Indikatoren zur Abgrenzung von Quelleinzugsgebieten, zur Identifikation von Punktquellen, z. B. Altlasten, und für die grobe Abschätzung von Verweilzeiten genutzt werden können.

Literatur

NÖDLER K, LICHA T, BESTER K, SAUTER M.: Development of a multi-residue analytical method, based on liquid chromatography–tandem mass spectrometry, for the simultaneous determination of 46 micro-contaminants in aqueous samples. *Journal of Chromatography A* 2010; 1217(42), 6511–6521.

REH R, LICHA T, GEYER T, NÖDLER K, SAUTER M.: Occurrence and spatial distribution of organic micro-pollutants in a complex hydrogeological karst system during low flow and high flow periods, results of a two-year study. *Science of The Total Environment* 2013, 443, 438–445.

Fachtechnische Grundlagenermittlung zur Verhältnismäßigkeitsprüfung von langlaufenden Pump-and-Treat Maßnahmen - Handlungshilfe

WOLFGANG KOHLER

Einleitung

Die Zeitdauer der Sanierung von Grundwasserschäden durch Förderung und Behandlung des verunreinigten Grundwassers (Pump-and-Treat Maßnahme) beträgt in der Regel viele Jahre bis Jahrzehnte. Bei vielen dieser Pump-and-Treat Maßnahmen nimmt die Effizienz während der Betriebszeit deutlich ab, ohne dass das Sanierungsziel annähernd erreicht wird. Der Schadstoffaustrag wird mit der Zeit geringer, gleichzeitig steigen die spezifischen Energieeinsätze und Kosten. Aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten ist daher bei langlaufenden Sanierungsmaßnahmen eine regelmäßige Überprüfung der Effizienz unter Berücksichtigung der Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem bisherigen Sanierungsverlauf angezeigt. Die LUBW wurde in den letzten Jahren immer wieder von Vertretern der Altlastenbehörden des Landes mit der Bitte angesprochen, qualifizierte Kriterien zusammenzustellen, die zur Überprüfung solcher langlaufender Maßnahmen geeignet sind und bei der Entscheidung helfen, ob die Maßnahme weiter optimiert werden sollte oder ggf. beendet werden kann.

Die Beendigung einer Sanierungsmaßnahme ist grundsätzlich möglich, wenn die Behörde im Rahmen einer Verhältnismäßigkeitsprüfung die Geeignetheit, Erforderlichkeit und Angemessenheit der Maßnahme prüft und als unverhältnismäßig einstuft. Die bisherige Praxis ist durch Einzelfallentscheidungen gekennzeichnet – vorbereitende standardisierte Methoden sind bisher nur in geringem Umfang verfügbar. Diese Handlungsempfehlung enthält Hinweise zu einer standardisierten, fachtechnischen Grundla-

genermittlung, die der Vorbereitung einer Verhältnismäßigkeitsprüfung im Einzelfall dienen sollen.

Voraussetzung für eine Überprüfung der Sanierungsmaßnahme ist es i. d. R., dass der bodenschutz- und wasserrechtliche Handlungsbedarf in den technischen Untersuchungsstufen umfänglich untersucht und bewertet wurde und eine Sanierungsuntersuchung der Sanierungsentscheidung vorausgegangen ist. Abweichungen von der systematischen Vorgehensweise sind dann möglich, wenn eine Pump-and-Treat Maßnahme bei Gefahr im Verzug als Sicherungsmaßnahme eingesetzt wird. Pump-and-Treat Maßnahmen insbesondere in Wasserschutz- oder Heilquellenschutzgebieten, in denen sich Schadstoffe im Grundwasser weiter ausbreiten können und damit eine Gefahr für die Wassernutzung besteht, unterliegen nicht der Überprüfung der Verhältnismäßigkeit. Weil Pump-and-Treat Maßnahmen häufig mit Bodenluftabsaugungen kombiniert sind, wurden ergänzend auch Hinweise zur Prüfung dieser in die Handlungshilfe aufgenommen.

Die Handlungshilfe entstand im Rahmen des EU LIFE+ Projekts MAGPlan („Management plan to prevent threats from point sources on the good chemical status of groundwater in urban areas“), das die Landeshauptstadt Stuttgart mit der LUBW als assoziiertem Partner von 2010 bis 2014 bearbeitet. Das Projekt MAGPlan verfolgt das Ziel, Sanierungskonzepte für die bedeutendsten LCKW-Schadensherde im gesamten Stuttgarter Talkessel zu entwickeln.

Anwendungsbereich der Handlungshilfe

Mit dieser Handlungshilfe wird ein standardisiertes Vorgehen zur fachtechnischen Grundlagenermittlung zur Vorbereitung der Verhältnismäßigkeitsprüfung von Pump-and-Treat Maßnahmen und Bodenluftsanierungen vorgestellt. Die eigentliche Verhältnismäßigkeitsprüfung selbst ist immer eine Einzelfallentscheidung, die ausschließlich von der zuständigen Behörde durchgeführt wird. **Sie ist nicht Gegenstand der Handlungshilfe.**

Durch das im Folgenden beschriebene Vorgehen soll die Einzelfallbeurteilung nicht ersetzt, vielmehr sol-

len fachlich fundierte und reproduzierbare Grundlagen geliefert werden, um eine fundierte, nachvollziehbare Einzelfallentscheidung durch die zuständige Behörde zu ermöglichen. Bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit, insbesondere der Angemessenheit kann die Behörde auch Positionen berücksichtigen und bewerten, die nicht in dieser Handlungshilfe genannt sind. Diese Handlungshilfe ist kein Rechtskommentar, sondern lediglich eine Arbeitshilfe zur standardisierten, fachtechnischen Grundlagenermittlung zur Vorbereitung der Verhältnismäßigkeitsprüfung.

Konzept

Bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit sind die Kriterien „Eignung“, „Erforderlichkeit“ und „Angemessenheit“ zu berücksichtigen. Es ist sinnvoll, für die laufende Maßnahme zunächst mögliche technische bzw. konzeptionelle Optimierungsmöglichkeiten zu überprüfen sowie anschließend einen Variantenvergleich im Sinne einer Sanierungsuntersuchung nach Altlasten- und Bodenschutzrecht durchzuführen. Bei dem Variantenvergleich wird die aktuelle Maßnahme mit alternativen Techniken oder Konzepten verglichen. Die Prüfung des technischen Optimierungspotentials und die Ermittlung von Alternativen werden im Element A der Handlungshilfe beschrieben.

Regelmäßig zu berücksichtigende Aspekte sind die Sanierungseffizienz und die zukünftige Gefährdungsentwicklung im Falle des Abschaltens der Pump-and-Treat Maßnahme. Für diese beiden Elemente wird in der vorliegenden Handlungshilfe eine Vorgehensweise zur Grundlagenermittlung beschrieben (Elemente B und C). Zusammenfassend gliedert sich die in dieser Handlungshilfe vorgestellte fachtechnische Grundlagenermittlung zur Verhältnismäßigkeitsprüfung im Wesentlichen in die drei Elemente:

Element A: Prüfung des technischen/konzeptionellen Optimierungspotenzials und Ermittlung von weiteren, besseren Alternativen

Element B: Darstellung der Sanierungseffizienz

Element C: Zukünftige Gefährdungsentwicklung für den Fall der Außerbetriebnahme der Sanierung

In Abb. 1 ist in einem Ablaufschema die fachtechnische Grundlagenermittlung dargestellt, wie diese erfahrungsgemäß ablaufen wird.

Die Prüfung, ob es sich bei der Pump-and-Treat Maßnahme tatsächlich um die einzige mögliche Variante ohne bessere Alternative oder Optimierungspotenzial handelt, erfolgt meist in einem 1. Schritt getrennt und unabhängig von den beiden anderen Elementen. Zeigt sich dabei eine bessere Alternative oder ein Optimierungspotenzial, erfolgt eine Anpassung der Sanierung. Ist im Ergebnis keine Alternative vorhanden bzw. keine Optimierung möglich, folgen danach die Effizienzdarstellung und die Prognose der Gefährdungsentwicklung.

Auf Basis der Ergebnisse der Grundlagenermittlung, die durch den Sanierungspflichtigen zu leisten ist, prüft die zuständige Behörde und ggfs. die Bewertungskommission die fachliche Richtigkeit. Die Prüfung der Verhältnismäßigkeit wird ausschließlich durch die zuständige Behörde, die über die Weiterführung bzw. Beendigung der Sanierungsmaßnahme entscheidet, durchgeführt. Die einzelnen Elemente der fachtechnischen Grundlagenermittlung zur Verhältnismäßigkeitsprüfung werden nachfolgend beschrieben.

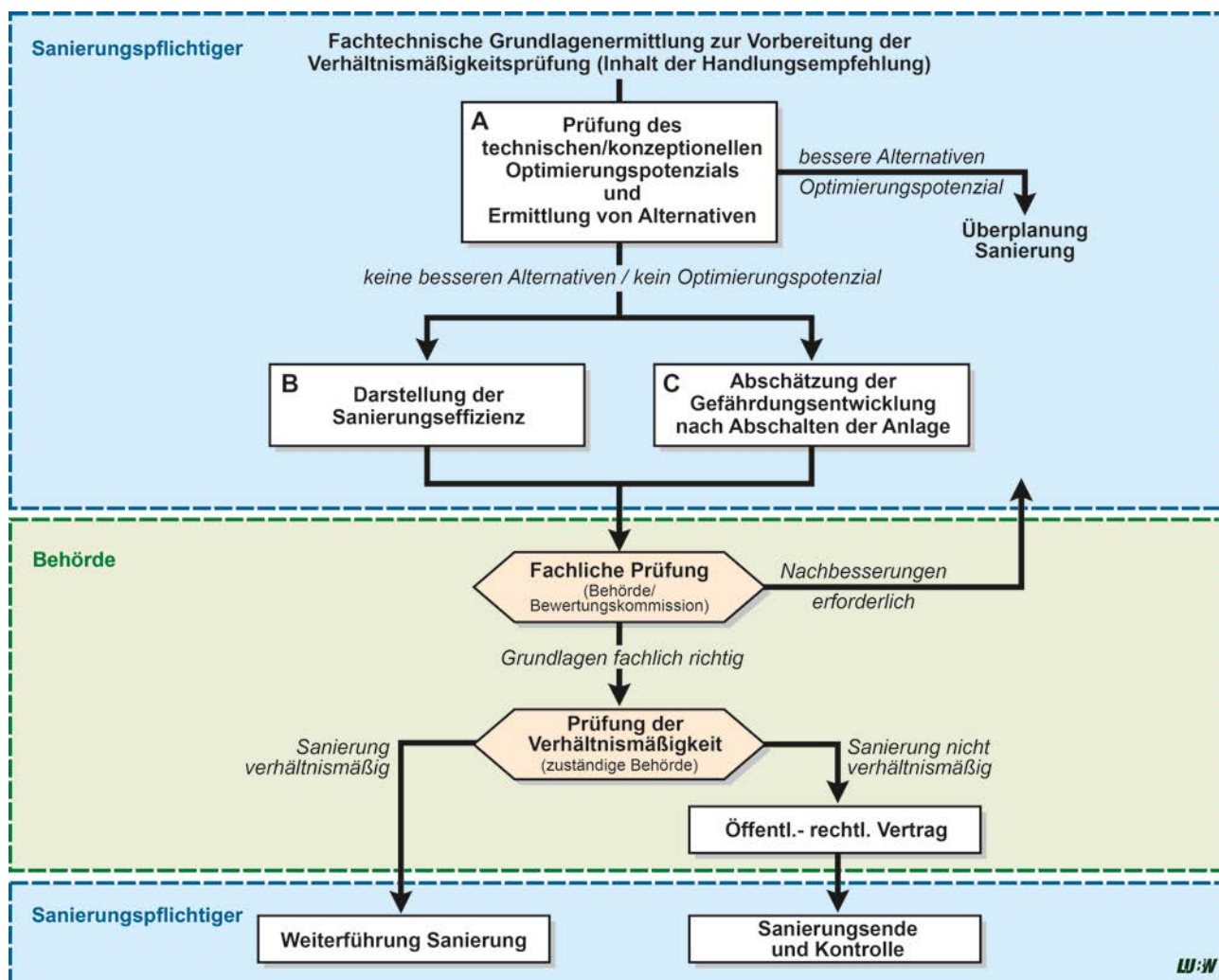


Abb. 1: Ablaufschema der fachtechnischen Grundlagenermittlung zur Vorbereitung der Verhältnismäßigkeitsprüfung langlaufender Pump-and-Treat-Maßnahmen.

Element A: Prüfung des technischen/konzeptionellen Optimierungspotenzials und Ermittlung von Alternativen

Meist haben sich bei den langlaufenden Pump-and-Treat Maßnahmen die Schadstofffrachten reduziert und es stehen inzwischen andere, neuere Techniken als zu Beginn der Sanierung zur Verfügung. Im Regelfall wird deshalb in einem ersten Schritt überprüft, ob es zu der laufenden Sanierung inzwischen ein technisches Optimierungspotenzial bzw. bessere Alternativen zu der Sanierungstechnik oder zu dem Sanierungskonzept gibt.

Die Prüfung des technischen Optimierungspotenzials erfolgt durch

- die Ermittlung der Betriebskosten,
- der Abschätzung der Restlaufzeiten sowie der hieraus abgeleiteten
- Berechnung der Gesamtkosten als Kostenbarwert unter Berücksichtigung von
- sonstigen Hinweisen auf einen ineffektiven Betrieb.

Die Prüfung alternativer Techniken oder Sanierungskonzepte sollte in Anlehnung an die in der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vorgesehene Sanierungsuntersuchung durchgeführt werden. Bei der Sanierungsuntersuchung sind die zur Sanierung geeigneten, erforderlichen und ange-

messenen Maßnahmen zu ermitteln und transparent darzulegen. Gibt es nach dem Schritt, bei dem alle Techniken und Konzepte nach dem Stand der Technik geprüft werden sollten, keine bessere Alternative zu der laufenden Sanierung, erfolgt im Regelfall in einem 2. Schritt die Grundlagenermittlung zu den Aspekten „Effizienz der Sanierungsmaßnahme“ und „Abschätzung der Gefährdungsentwicklung nach Abschalten der Sanierung“ (Elemente B und C).

Element B: Darstellung der Sanierungseffizienz

Die Darstellung der Sanierungseffizienz erfolgt auf Basis von spezifischen Betriebsparametern, insbesondere:

- Fördermenge je entfernte Schadstoffmasse [kg/m³]
- Energieaufwand je entfernte Schadstoffmasse [kg/kW]
- Kosten je entfernte Schadstoffmasse [kg/€]
- Für die Bewertung dieser Größen gibt es keine allgemeingültigen Bewertungskriterien. Auf Basis einer statistischen Auswertung von über 100 Sanierungsmaßnahmen kann aber die einzelne Sanierungsmaßnahme eingeordnet werden.

Element C: Prognose der Gefährdungsentwicklung nach Abschalten der Anlage

Wichtiger Entscheidungspunkt bei der Bewertung einer langlaufenden Sanierungsmaßnahme ist die Be-

trachtung der zukünftigen Gefährdung von Schutzgütern, die bei Beendigung der Maßnahme eintreten würde.

Die allgemeine Vorgehensweise gliedert sich in 5 Arbeitsschritte:

- Schritt 1:** Zustandsbeschreibung (konzeptionelles Standortmodell)
- Schritt 2:** Prognose der Schadstoffausbreitung nach einer möglichen Beendigung der aktiven Sanierung
- Schritt 3:** Prüfung und Prognose der zukünftigen Beeinflussung von Schutzgütern/betroffenen Belangen Dritter, die bei Hinnahme einer Grundwasserverunreinigung in Zukunft betroffen sind oder sein können
- Schritt 4:** Vorschlag zu Kontrollmaßnahmen zur Prüfung der Prognose
- Schritt 5:** Festlegung von Kriterien für die Wiederaufnahme der aktiven Sanierung, sofern sich die Prognose nicht bestätigt und die tatsächliche Gefährdung größer ist als die prognostizierte und diese nicht hinnehmbar ist

Nach Überprüfung der fachtechnischen Grundlagenermittlung der Elemente A, B und C (siehe Abb. 1) durch die Sanierungspflichtigen und Vorlage der Ergebnisse bei der Behörde, obliegt es der zuständigen Behörde, die Verhältnismäßigkeit der Maßnahme zu prüfen und den weiteren Handlungsbedarf zu formulieren.

Bearbeitung

ARCADIS Deutschland GmbH
Dr. Michael Reinhard, Sandra Rettermayer

Dr. Stupp Consulting, jetzt TAUW GmbH
Albrecht Bakenhus, Henning Leiteritz,
Dr. Dieter Stupp

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg
Dr. Iris Blankenhorn, Dr. Wolfgang Kohler, Michael
Weiller
Referat 22 – Boden, Altlasten

Die Handlungshilfe kann kostenlos von der LUBW-
Homepage unter folgender Adresse als PDF-Datei he-
runtergeladen werden:

[http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/
servlet/is/217778/](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/217778/)



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

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

- Aktuelle Informationen
- 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 zwei Programmen, welche im Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle (FIS AG) miteinander verknüpft sind:

- Im Altflächen-Informationssystem Hessen (ALTIS) werden die Altflächen erfasst und deren Daten verwaltet.
- In der Analysendatei Altlasten und Grundwasserschadensfälle (ANAG) werden die Daten zu Messstellen, Probennahmen und Analysenergebnissen von untersuchten Altflächen geführt.
- Mit der Anbindung an ein Geographisches Informationssystem (GIS-Viewer) bietet das FIS AG die Möglichkeit, Kartendarstellungen mit Informationen aus der Altflächendatei zu Altflächen und Messstellen aufzurufen.

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 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 Analysenverfahren 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 HLUG 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 HLUG 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 HLUG 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 HLUG 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
 (1999) € 7,50

Gefährliche Stoffe auf ehemaligen Industriestandorten oder in Abfallablagerungen haben vielfach zu Verunreinigungen in Grundwasser und Boden geführt. Es gilt deshalb gezielt jene Flächen herauszufinden, die saniert werden müssen. Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie hat den gesetzlichen Auftrag, für Hessen gültige und sinnvolle Regeln und Verfahren der Altlastenbearbeitung zu erarbeiten und zu veröffentlichen.

Die verschiedenen Bände des Handbuchs Altlasten informieren Fach- und Vollzugsbehörden, öffentliche Gebietskörperschaften, Sachverständige und Untersuchungsstellen sowie die interessierte Öffentlichkeit über die technischen und rechtlichen Aspekte der Altlastenbearbeitung; insbesondere angesprochen sind auch Betroffene und Verursacher von Altlasten. Das Handbuch Altlasten dokumentiert den Stand der Technik, ist Arbeitshilfe, Regelwerk und Entscheidungshilfe. Es kann und soll jedoch nicht die individuelle Betrachtung des Einzelfalls ersetzen.

Der Band 1 gibt einen programmatischen Überblick über die Ziele und Konzepte des Landes Hessen bei der Altlastenbearbeitung und informiert über rechtliche, finanz- und datenverarbeitungstechnische Grundlagen. Die Darlegungen beruhen auf dem Hessischen Altlastengesetz. Sobald hessische Regelungen zum Bundes-Bodenschutz-Gesetz und zur Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung getroffen

sind, werden sie in einer Neuauflage dieses Handbuchs berücksichtigt.

Handbuch Altlasten, Band 2

Erfassung von Altflächen

Teil 2 € 7,50
Erfassung von Altstandorten (2003)

Volltext verfügbar *

Das Handbuch Erfassung von Altstandorten wurde in Zusammenarbeit mit dem Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main verfasst. Es richtet sich an die Kommunen und an von diesen mit der Erfassung von Altstandorten beauftragte Dritte.

Die hessischen Kommunen sind nach dem Gesetz verpflichtet, dem HLUJ 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 Altstandortenerfassung minimiert werden. Der Leitfaden wird zurzeit überarbeitet.

Teil 4 € 7,50
Branchenkatalog zur Erfassung von Altstandorten (2008)

Volltext verfügbar *

Für die systematische Erfassung von Altstandorten (Stillgelegte Anlagen) werden in Hessen die kommu-

* <http://www.hlug.de/start/altlasten> unter Arbeitshilfen

nenal Gewereregister herangezogen. Der Branchen-katalog dient der Ermittlung der altlastenrelevanten Betriebe und deren Zuordnung zu Branchen und Branchenklassen. Der Branchen-katalog basiert auf der Klassifikation der Wirtschaftszweige 2003 des Statistischen Bundesamtes und ersetzt das bisherige Handbuch „Codierung und Einstufung von Altstand-orten“ von 1996.

Handbuch Altlasten, Band 3 Erkundung von Altflächen

Teil 1

Einzelfallrecherche € 5,- (2. überarbeitete Auflage 2012)

Die Einzelfallrecherche ist die beprobungslose Erkun-dung einzelner Altflächen mit Hilfe von Aktenrecher-chen, Karten- und Luftbildauswertungen sowie Orts-besichtigungen. Ziel dieser Ermittlungen ist die Aufklärung von Anhaltspunkten, die auf eine mög-liche Altlast hinweisen können.

Das Handbuch stellt einen Leitfaden für die Durch-führung der Einzelfallrecherche vor und soll vor allem Kommunen, aber auch privaten Grundstücks-besitzern sowie beauftragten Ingenieurbüros als Handlungsgrundlage dienen.

Mit der 2. Auflage des Handbuchs liegt eine überar-beitete und aktualisierte Fassung der inzwischen ver-griffenen 1. Auflage aus dem Jahr 1998 vor.

Teil 2 € 20,- Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadensfällen (2002)

Volltext verfügbar *

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 Entschei-dungen getroffen werden. Der Altlastenverdacht wird entweder bestätigt oder ausgeräumt.

Das Handbuch besteht aus den Hauptteilen

- Wassererkundung
- Bodenerkundung
- Bodenlufterkundung

Aufgabe des Handbuchs ist es, geeignete und in der Praxis angewandte Untersuchungsmethoden vorzu-stellen. 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 ange-passt und ggf. erweitert werden kann. Die dargestell-te Vorgehensweise zur zielorientierten, optimierten Untersuchung ermöglicht eine effiziente Projektbear-beitung.

Teil 3 € 15,- Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden Grundwasser - Sickerwasserprognose - (2. überarbeitete Aufl. 2002)

Volltext verfügbar *

Mit dem Instrument der Sickerwasserprognose soll die von verunreinigtem Boden ausgehende Gefähr-dung des Grundwassers abgeschätzt werden. Die Sickerwasserprognose ist anwendbar, wenn der Scha-densherd in der ungesättigten Bodenzone liegt und der Transport von Schadstoffen aus dem Schadens-herd in das Grundwasser über das Sickerwasser statt-findet. Ziel der Sickerwasserprognose ist die Abschät-zung der Schadstoffkonzentration und -fracht im Sickerwasser am sogenannten Ort der Beurteilung. Dieser befindet sich etwa im Bereich des Grundwas-serhöchststandes. In der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) werden drei Mög-lichkeiten 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

* <http://www.hlug.de/start/altlasten> unter Arbeitshilfen

Sickerwasserprognose. Insbesondere die Ermittlung der Schadstofffreisetzung aus Böden, z. B. mittels Elutionsverfahren, sowie die Beurteilung des Rückhalte- und Abbauvermögens der ungesättigten Bodenzone lassen einen breiten Interpretationsspielraum zu. Computergestützte Stofftransportmodelle, die prinzipiell zur Beschreibung der Vorgänge in der ungesättigten Bodenzone geeignet sein könnten, sind nur in wenigen Fällen praktikabel. Daher hat das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) in Zusammenarbeit mit einem Arbeitskreis aus Fachleuten der Umweltverwaltung das vorliegende Handbuch als praxistaugliche Arbeitshilfe zur Sickerwasserprognose entwickelt. Das Handbuch ist insbesondere für orientierende Untersuchungen nach § 9 Abs. 1 BBodSchG geeignet und richtet sich an die Mitarbeiter in Behörden und Ingenieurbüros.

Wesentliche Bestandteile des Handbuches sind

- Datenblätter mit Angaben zu den chem.-physik. Eigenschaften organischer Stoffgruppen sowie zu deren Mobilität und Abbaubarkeit
- Kurzbeschreibung der wichtigsten Elutionsverfahren mit Hinweisen zum Anwendungsbereich und zu Vor- und Nachteilen
- Tabellen, mit denen der Schadstoffrückhalt und -abbau im Untergrund und die 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 HLUG 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.hlug.de/start/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-Wieder-versickerung, Einleitung in Abwasseranlagen und oberirdische Gewässer“ überarbeitet.

Wenn durch den unsachgemäßen Umgang mit was-sergefährdenden Stoffen eine Grundwasserverun-reinigung 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 schäd-lichen Grundwasserverunreinigungen und Sanie-rungen bei Altlasten, schädlichen Bodenverände-rungen und Grundwasserschadensfällen.

Der Schwerpunkt der Arbeitshilfe liegt bei den Frage-stellungen

- Liegt eine schädliche Grundwasserverunreini-gung vor?
- Ist die Sanierung eines Grundwasserschadens er-forderlich?

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 schäd-lichen Bodenveränderung oder einem Grundwasser-schaden ein Sanierungsbedarf besteht, sind vor allem die im Grundwasser gelöste Schadstoffmenge und die mit dem Grundwasser transportierte Schadstoff-fracht relevant. Die in der Arbeitshilfe beschriebenen-Bewertungsmaßstäbe für die Schadstoffmenge und

-fracht wurden anhand von 35 hessischen Schadens-fällen auf Plausibilität geprüft. Die endgültige Ent-scheidung über den Handlungsbedarf bleibt stets eine Einzelfallentscheidung.

Die Arbeitshilfe richtet sich an die Mitarbeiter in Be-hörden und Ingenieurbüros, die bei der Sanierung von Grundwasserschäden beteiligt sind. Sie wurde von einer Arbeitsgruppe mit Vertretern des Umwelt-ministeriums, der Regierungspräsidien und Unteren Wasserbehörden sowie des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (Federführung) erarbeitet.

Handbuch Altlasten, Band 4
Rüstungsalstandorte

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

Im Handbuch Rüstungsalstandorte Teil 1 wird das methodische Vorgehen bei der historischen Erkun-dung altlastenverdächtiger Flächen aus der Zeit der ehemaligen Kriegs- bzw. Rüstungsproduktion sowie der Nutzung für Zwecke der militärischen Infrastruk-tur im Kriege beschrieben. Quellen zur Informations-beschaffung werden genannt und ein Konzept zur Dokumentation der Recherche-Ergebnisse vorgestellt.

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

Im Handbuch Rüstungsalstandorte Teil 2 sind Mate-rialien über ehemalige Anlagen und Produktionsver-fahren auf Rüstungsalstandorten zusammengestellt, die oftmals eine detaillierte Rekonstruktion altlasten-relevanter Nutzungen und auch singulärer Ereignisse auf den Altstandorten und ihrer näheren Umgebung ermöglichen. Die Fachinformationen reichen von der Beschreibung der Produktionsverfahren zur Herstel-lung von rüstungsspezifischen chemischen Stoffen über die Darstellung von Anlagen zur Herstellung von Kampfmitteln und von Anlagen auf Standorten der militärischen Infrastruktur bis zur Schilderung der Munitionsvernichtung nach Kriegsende in Hessen.

Handbuch Altlasten, Band 5 Bewertung von Altflächen

Teil 1 € 7,50 Einzelfallbewertung (1998)

Die Einzelfallbewertung ist ein Verfahren zur Bewertung von Altstandorten und Altablagerungen im Rahmen der Einzelfallrecherche. Dabei handelt es sich um eine beprobungslose Erkundung mittels Aktenrecherche und Ortsbesichtigung.

Die Einzelfallbewertung unterstützt die Entscheidung, ob ein Altlasten-Anfangsverdacht oder sogar ein Altlastenverdacht vorliegt. Spezielle Bewertungsformulare erleichtern die Bearbeitung. Sie können per Hand oder mittels EXCEL bearbeitet werden.

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

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

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-

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

* <http://www.hlug.de/start/altlasten> unter Arbeitshilfen

zeigen, wie durch eine differenzierte Nutzung Altablagerungen durchaus in eine Flächenbewirtschaftung integriert werden können.

Handbuch Altlasten, Band 7 Analyseverfahren

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 ISONorm (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, PETROLETHER, KOCHSALZ und WASSER abgelöst, die Detektion erfolgt mit GC-FID. Hier handelt es sich um denselben Extrakt, wie er in Band 7 Teil 1 für die PAK beschrieben ist. Somit können aus einem einzigen, jedoch geteilten Extrakt gleich zwei eng zueinander gehörige Zielgruppen analysiert werden. Die

Randbedingungen der Identifizierung und Quantifizierung sind deckungsgleich mit dem Konzept der für Böden im ISO TC 190 (ISO/DIS 16703:2002) bereits seit vielen Jahren festgelegten Konzeption (C10 bis C40). Beide Verfahren, die FGAA-Methode und das des ISO/DIS, werden derzeit überarbeitet. So hat sich herausgestellt, daß der bei FGAA formulierte Umlösungsschritt durch zweimaliges Waschen mit Wasser ersetzt werden kann.

Beim Einengen des Extraktes besteht die Gefahr, daß bei hohen PAK-Konzentrationen diese im 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 Altlastenbereich (2000)**

Volltext verfügbar *

Das Verfahren beruht auf der sofortigen Konservierung des Bodenmaterials im Feld, indem der Boden - am besten durch einen geeigneten Kernstecher - in eine vorgelegte Masse eines geeigneten Lösungsmittels gegeben wird. Die Einwaage wird dann im Labor durch Rückwiegen ermittelt. Von diesem Extrakt wird ein kleines Volumen abgenommen und in Wasser gegeben. Die analytische Bestimmung der BTEX/LHKW kann dann mit allen Verfahren der Wasseraanalytik durchgeführt werden. Aus diesem Verfahren wird demnächst eine ISONorm hervorgehen:

ISO/CD 22155:2002, die allerdings nur die statische Dampfdruckanalyse 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.

* <http://www.hlug.de/start/altlasten> unter Arbeitshilfen

Teil 5 nur im Internet *
Bestimmung von ausgewählten sprengstoff-typischen 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 analytischen Bestimmung von sprengstofftypischen Verbindungen in Böden geben.

Da aber an zwei großen ehemaligen Rüstungsaltstandorten 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 sich

auch an Behörden, die bei der Bewertung von Analysergebnissen 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. Anwenden, 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 Ausbreitungs-

* <http://www.hlug.de/start/altlasten> unter Arbeitshilfen

verhalten und ihre Abbau- und Rückhalteeigenschaften dargestellt. Die maßgeblichen Parameter zur Beurteilung und Überwachung der natürlichen Schadstoffminderungsprozesse werden aufgeführt.

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

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

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

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

Volltext verfügbar *

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

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.

Die vierte Arbeitshilfe beschäftigt sich mit verfahrenübergreifenden 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 Alttablagerungen 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

* <http://www.hlug.de/start/altlasten> unter Arbeitshilfen

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 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

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

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

(Preise: Stand Oktober 2011, Änderungen vorbehalten).



Lieferanschrift

Name

Behörde / Firma

Straße

PLZ Ort

Telefon / Fax

Datum

Unterschrift

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

| Stück | Titel | Band | Teil | Preis |
|--------------------------|--|-------|----------|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | _____ | _____ | _____ | € <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> | _____ | _____ | _____ | € <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> | _____ | _____ | _____ | € <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> | _____ | _____ | _____ | € <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> | _____ | _____ | Heft Nr. | <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> | Atlanten-annual 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 | | | kostenlos |

Autorinnen und Autoren des Altlasten-annual 2013

Dr. Wolfgang Berger

BAM Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung
Unter den Eichen 87
12205 Berlin

Dr. Jan Brodsky

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat Altlasten
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Dr. Helmut Dörr

Dr. Helmut Dörr Consult
Zeppelinstr.12
69168 Wiesloch

Dr. Frank Ingolf Engelmann

Sensatec GmbH
Büro Brandenburg
Ebereschenstraße 29
16833 Fehrbellin

Marie-Anne Feldmann

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat Altlasten
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Tobias Geyer

Georg-August-Universität Göttingen
Geowissenschaftliches Zentrum
Abt. Angew. Geologie
Goldschmidt-Straße 3
37077 Göttingen

Dr. Dieter Hennecke

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und
angewandte Ökologie (IME)
Abteilungsleiter Ökologische Chemie
Auf dem Aberg 1
57392 Schmallenberg

Horst Herzog

Infraserv GmbH & Co. Höchst KG
Industriepark Höchst
Gebäude D 787
65926 Frankfurt

Dr. Margareta Jaeger-Wunderer

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat Altlasten
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Dr. Hanna Jordan

Regierungspräsidium Darmstadt
Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Frankfurt
Gutleutstraße 114
60327 Frankfurt am Main

Ute Kalbe

BAM Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung
Unter den Eichen 87
12205 Berlin

Dr.-Ing Wolfgang Kohler

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe

Oliver Krüger

BAM Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung
Unter den Eichen 87
12205 Berlin

Tobias Licha

Georg-August-Universität Göttingen
Geowissenschaftliches Zentrum
Abt. Angew. Geologie
Goldschmidt-Straße 3
37077 Göttingen

Dr. Jörg Martin

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden

Berthold Meise

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt
Wilhelminenstraße 1–3
64283 Darmstadt

Gerd Nickel

Regierungspräsidium Kassel
Abteilung Umwelt und Arbeitsschutz
Hubertusweg 19
36251 Bad Hersfeld

Karsten Nödler

Georg-August-Universität Göttingen
Geowissenschaftliches Zentrum
Abt. Angew. Geologie
Goldschmidt-Straße 3
37077 Göttingen

Tilman Oerter

Regierungspräsidium Gießen
Abteilung Umwelt
Marburger Straße 91
35396 Gießen

Roland Reh

Dipl.-Geologe
c/o GEONIK GmbH
Leipziger Straße 349
34123 Kassel

Dieter Riemann

HIM GmbH
Bereich Altlastensanierung – HIM-ASG –
Waldstraße 11
64584 Biebesheim

Martin Sauter

Georg-August-Universität Göttingen
Geowissenschaftliches Zentrum
Abt. Angew. Geologie
Goldschmidt-Straße 3
37077 Göttingen

Sonja Schuster

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Frankfurt
Gutleutstraße 114
60327 Frankfurt am Main

Dr. Thorsten Stahl

Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL)
Standort Wiesbaden
Glarusstr. 6
65203 Wiesbaden

Dr. Petra Stahlschmidt-Allner

Gobio GmbH
Institut für Gewässerökologie und angewandte Biologie
Scheidertalstr. 69A
65326 Aarbergen

Dr. Bernd Steiner

Freie und Hansestadt Hamburg
Institut für Hygiene und Umwelt
Marckmannstraße 129
20539 Hamburg

Karin Teichmann

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Umweltschutz und Umwelt Darmstadt
Wilhelminenstraße 1–3
64283 Darmstadt

Volker Zeisberger

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat Altlasten
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

