

## Inhaltsverzeichnis

Geleitwort .....	4
Handbuch zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Teil 9 "Sanierung" .....	5
Leitfaden Recht – Genehmigungserfordernisse bei der Altlastenbehandlung .....	8
Der Sanierungsplan nach BBodSchG .....	9
Bodenbehandlungsanlagen im Freistaat Sachsen .....	18
Sanierung und Rekultivierung des ehemaligen Tanklagers Zeisigwald in Chemnitz .....	20
Software für die Altlastenbearbeitung STARS, XUMA-A <sup>MOR</sup> .....	23
DASIMA (Datenbank zur Auswahl von Simulationsprogrammen) .....	25
Programm SISIM zur Sickerwassersimulation .....	29
Nacherhebung für die Detailuntersuchung, Sanierungsuntersuchung und Sanierung, Erfahrungen und Hinweise .....	30
Branchenblätter zur Altlastenbehandlung .....	32
Studie Ermittlung von Wertminderungen bei altlastenbehafteten Grundstücken .....	33
Das Material der ALA-AG "Qualitätssicherung in der Altlastenbehandlung" zur Erprobung in den Ländern (Phase 2/3, Fassung 10/2000) .....	34
Arbeitshilfe zur Bearbeitung von Verdachtsflächen/AVFL und SBV/ Altlasten nach BBodSchG des LfU Baden-Württemberg .....	37
Grundzüge eines Leistungsverzeichnisses für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser in der orientierenden Untersuchung .....	38
Abbildung der Altlastenthematik in der HOAI .....	43
Qualitätssicherung bei der Vergabe von Leistungen im Altlastenbereich .....	44
Honorierung von Ingenieur- und Gutachterleistungen - Welchen Preis muss Qualität haben? .....	46
Beurteilung von „Natural Attenuation“- Prozessen im Grundwasser .....	52
Fachtagung "Sanierung und Entwicklung teerkontaminierter Standorte" .....	74
Flüchtige und staubförmige Schadstoffe bei der Bewertung von AVFL hinsichtlich des Schutzgutes Mensch .....	75
Überwachung, Eigenkontrolle und Nachsorge nach BBodSchV im Handbuch der Altlastensanierung .....	80
12. Leipziger Altlasten-Seminar am 08. Mai 2001 .....	81
Aktuelle Internet-Adressen .....	83
Zum Schluss .....	84
Fragebogen .....	85

## Geleitwort

Die Behandlung von Altlasten wird durch eine Reihe rechtlicher und fachlicher Vorgaben geregelt. Dabei sind vor allem die seit 1999 gültigen Anforderungen des Bundesbodenschutzgesetzes sowie der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung zu beachten. Erste Erfahrungen zeigen Unsicherheiten beim Umgang mit den Vorschriften sowie Regelungslücken. Deshalb ist es auch weiterhin erforderlich, dass für die bundesweiten und landesspezifischen Vorgaben umfangreiche fachliche Erläuterungen erfolgen.

Diese werden vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) in Abstimmung mit der Landesfachgruppe Altlasten in der Veröffentlichung *Altlasten-Aktuell* bekannt gemacht und durch allgemein nutzbare Arbeitsmittel und Erfahrungen Beteiligter ergänzt.

Aktuelle Informationen zu neuen Entwicklungen sind wichtig für die Zusammenarbeit zwischen Umweltbehörden, Verpflichteten und Sachverständigen, um die Altlastenbehandlung zu optimieren.

*Altlasten-Aktuell* erscheint in ein bis zwei Ausgaben pro Jahr. Jede Ausgabe enthält ein Schwerpunktthema, kurze Sachinformationen und Hinweise zu weiterführender Literatur und deren Bezugsquellen. Das Konzept ist offen für Anregungen und Hinweise, die das LfUG gern entgegennimmt.



Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Kinze

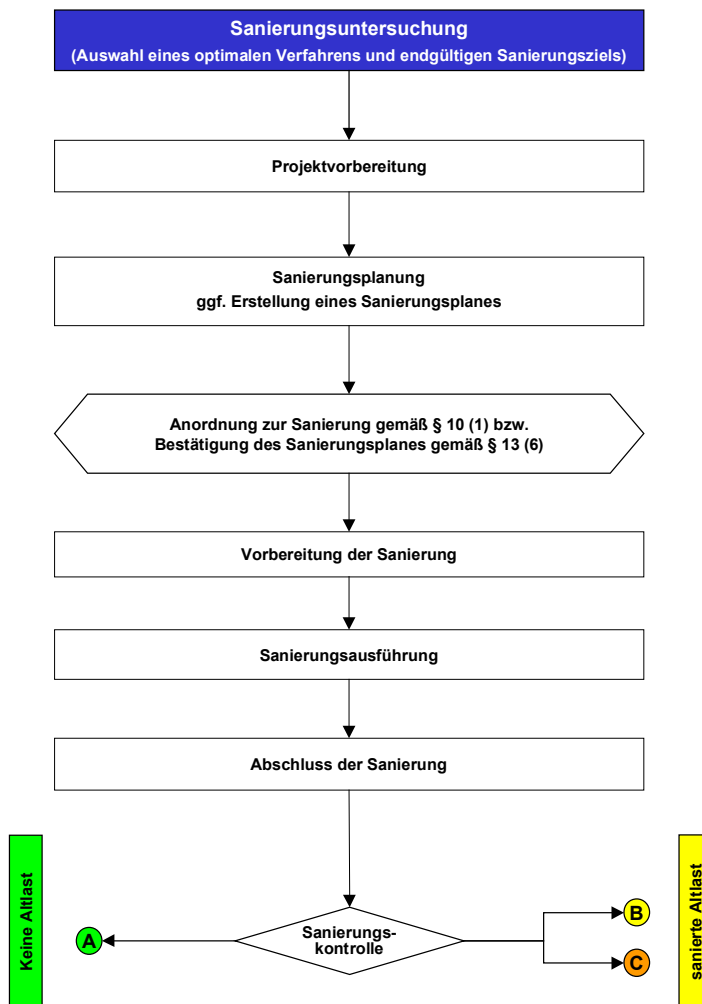
Präsident des Sächsischen Landesamtes  
für Umwelt und Geologie



## Handbuch zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Teil 9 "Sanierung"

Dipl.-Ing. Marion Wahl (LfUG)

Das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft sowie das Landesamt für Umwelt und Geologie haben im August 2000 in der Schriftenreihe Handbuch zur Altlastenbehandlung den Teil 9 Sanierung veröffentlicht.



Das Handbuch Sanierung stellt eine Handlungsempfehlung für die Planung und Ausführung von technischen Sanierungsmaßnahmen dar. Die rechtlichen Rahmenbedingungen des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) sowie der zugehörigen Verordnung sind eingearbeitet.

Nach § 10 Abs. 1 BBodSchG kann die zuständige Behörde die notwendigen Maßnahmen zur Erfüllung der sich aus § 4 ergebenden Pflichten zur Gefahrenabwehr treffen.

Die Vorgehensweise bei der Sanierung ist in der Abbildung dargestellt.

Die Sanierung untergliedert sich in die Arbeitsschritte

- Projektvorbereitung
- Sanierungsplanung
- Sanierungsvorbereitung
- Sanierungsausführung
- Sanierungsabschluss.

Vor Beginn der Bearbeitung ist vom Auftraggeber eine systematische Projektvorbereitung notwendig. Hierbei sind im Rahmen der Projektorganisation u.a. die Beteiligten und ihre Zuständigkeiten festzulegen, die Eigenleistungen der Verpflichteten zu klären, Anforderungen an die Qualitätssicherung zu definieren, ein Planer auszuwählen und vertraglich zu binden.

Die Sanierungsplanung ist in Anlehnung an § 55 HOAI über die Schritte Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung sowie Ausführungsplanung zu erstellen. Bestandteil ist die Erarbeitung eines Sanierungsplanes, der nach § 13 Abs. 6 BBodSchG durch die Behörde für verbindlich erklärt werden kann.

Der Sanierungsplan muss insbesondere Aussagen über das Sanierungsziel, die hierfür erforderlichen Dekontaminations-, Sicherungs-, Schutz-, Beschränkungs- und Eigenkontrollmaßnahmen sowie die zeitliche Durchführung dieser Maßnahmen enthalten.

Die Erstellung des Sanierungsplanes wird mit der HOAI-Leistungsphase Genehmigungsplanung gleichgesetzt.

Optional können in der Planungsphase begleitende Tätigkeiten wie z.B. Vorversuche, vermessungstechnische Leistungen sowie Grunderwerb notwendig sein.

Im Arbeitsschritt Sanierungsvorbereitung werden die Sanierungsleistungen vergeben. Dazu müssen die Vergabe vorbereitet, bei Einsatz öffentlicher Finanzmittel eine Ausschreibung durchgeführt und Angebote bewertet werden.

Für die Sanierungsausführung muss die Ablaufplanung konkretisiert werden. Ausführungsbegleitende Ingenieur- und Gutachterleistungen sowie die Sanierungsleistungen selbst sind durchzuführen.

Der Sanierungsabschluss beinhaltet die Abnahme der Leistung inklusive der Inanspruchnahme von Gewährleistungsansprüchen vor Ablauf der Verjährungsfristen sowie die Dokumentation aller die Durchführung betreffenden Ereignisse. Weiterhin ist der Sanierungserfolg durch entsprechende Kontrollen zu belegen, wobei zwischen Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen zu unterscheiden ist.

Nach Sanierungsabschluss wird der Erfolg der Sanierung durch die zuständige Behörde bestätigt.

---

Nachfolgende Arbeitsschritte sind das Ausfüllen des Erfassungsblattes Sanierung zur Datenübermittlung in das Sächsische Altlastenkataster sowie gegebenenfalls die Überwachung der Nachhaltigkeit des Sanierungserfolges.

Diese Veröffentlichung wird **kostenlos** abgegeben und kann bezogen werden bei

Sächsisches Druck- und Verlagshaus AG, Abteilung Versand  
Tharandter Str. 23-27  
01159 Dresden  
Fax.: 0351/42 03 186  
eMail: [versand@sdv.de](mailto:versand@sdv.de)



## Leitfaden Recht – Genehmigungserfordernisse bei der Altlastenbehandlung

Dipl.-Ing. Peter Börke (LfUG)

Im Februar 2001 hat das LfUG in der Schriftenreihe Materialien zur Altlastenbehandlung den "Leitfaden Recht - Genehmigungserfordernisse bei der Altlastenbehandlung" herausgegeben. Aufbauend auf entsprechenden Materialien aus Baden-Württemberg und Brandenburg bündelt er alle genehmigungsrechtlichen Sachverhalte bei der Erfassung, Untersuchung und Sanierung von Altlasten.

Der Leitfaden konzentriert sich auf typisierte Maßnahmen und - bis auf wenige Ausnahmen - auf die Rechtsgebiete des Wasser-, Abfall-, Bodenschutz-, Immissionsschutz- und Bauordnungsrechts.

Im Maßnahmenkatalog steht für jede Behandlungsmaßnahme ein Datenblatt zur Verfügung. Im oberen Teil der Blätter wird die Maßnahme kurz beschrieben. Die jeweiligen Genehmigungserfordernisse, Behördenzuständigkeiten und Verwaltungsverfahren folgen in Form von Kurzhinweisen. Bei den Sanierungsmaßnahmen wurde zwischen 8 Sicherungs- und 21 Dekontaminationsmaßnahmen für Boden und Grundwasser sowie 3 verschiedenen sanierungsbegleitenden Maßnahmen unterschieden.

Die Checklisten sind nach administrativen Verfahrensarten (z.B. nach SächsWG) gegliedert. Sie geben vor allem Auskunft über die notwendigen Antragsunterlagen und enthalten kurze Verfahrensbeschreibungen. Außerdem werden die wichtigsten Rechtsgrundlagen im Wortlaut wiedergegeben.

Auf die allgemeinen Anforderungen an einen **Sanierungsplan** und die **Sanierungsplanung** nach BBodSchG wird im Leitfaden **nicht** eingegangen. **Ausführliche Hinweise zum Sanierungsplan** sind im nachfolgenden Beitrag enthalten.

Diese Veröffentlichung kann für 15,- DM bezogen werden bei

Sächsisches Druck- und Verlagshaus AG, Abteilung Versand  
Tharandter Str. 23-27  
01159 Dresden  
Fax.: 0351/42 03 186  
eMail: [versand@sdv.de](mailto:versand@sdv.de)



## Der Sanierungsplan nach BBodSchG

Regierungsdirektor Harald Jendrike (SMUL)

Erlass des SMUL vom 16.02.2001 (Az.: 41-4800.20/14, Bearb.: Herr Jendrike)

### Vollzugshinweise zu § 13 BBodSchG (Sanierungsplan)

Der Sanierungsplan nach § 13 BBodSchG soll ein planvolles, mit allen Beteiligten abgestimmtes Vorgehen bei der Sanierung komplexer und/oder ein hohes Gefährdungspotential beinhaltender Altlasten ermöglichen. Die praktische Umsetzung dieses Verfahrensinstrumentes wirft jedoch eine Vielzahl von Fragen auf, die im Folgenden behandelt werden sollen. Die behördliche Sanierungsplanung nach § 14 BBodSchG und die Umlagerung von Bodenmaterial nach § 13 Abs. 5 BBodSchG sollen hierbei ausgeklammert bleiben.

### Unter welchen Voraussetzungen kann die Vorlage eines Sanierungsplans verlangt werden?

Voraussetzung ist zunächst, dass eine **Altlast** festgestellt worden ist und die Gefährdungsabschätzung **Handlungsbedarf** ergeben hat. Weiter muss nach Einschätzung der zuständigen Behörde **eine der beiden folgenden Sachlagen** vorliegen, aus denen sich **Planungsbedarf** ergibt:

- wegen der Verschiedenartigkeit der nach § 4 BBodSchG erforderlichen Sanierungs- Schutz- und/oder Beschränkungsmaßnahmen ist ein **abgestimmtes Vorgehen erforderlich**
- von der Altlast gehen aufgrund von Art, Ausbreitung oder Menge der Schadstoffe **in besonderem Maße** (d.h. im Vergleich zu einer „Durchschnittsaltlast“) **schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren** für den Einzelnen oder die Allgemeinheit aus.

Anmerkung: In anderen Fällen kann ein Sanierungsplan nicht verlangt werden<sup>1</sup>. Allerdings kann die zuständige Behörde einen auf freiwilliger Basis vorgelegten Sanierungsplan – wie auch andere vom Verpflichteten vorgelegte Konzepte – durch eine Anordnung nach § 10 Abs. 1 BBodSchG zur Basis einer Sanierung machen. Unter den Voraussetzungen des § 16 Abs. 2 BBodSchG tritt auch in diesen Fällen Konzentrationswirkung ein.

Grundsätzlich muss als weitere Voraussetzung eine **Sanierungsuntersuchung durchgeführt** worden sein, aus der sich ergibt, welche konkreten Maßnahmen zur Behandlung der Altlast geeignet und erforderlich sind.

Anmerkung: Nach § 13 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG kann die Durchführung von Sanierungsuntersuchungen unter denselben Voraussetzungen wie die Vorlage eines Sanierungsplanes gefordert

<sup>1</sup> vgl. Frenz: BBodSchG, 1. Aufl. 2000, RdNr. 21; a.A. Hipp/Rech/Turian: BBodSchG, 1. Aufl. 2000, RdNr. 466: durch Anordnung nach § 10 Abs. 1 BBodSchG

werden. Theoretisch könnten daher beide Maßnahmen gleichzeitig angeordnet werden. Da eine Sanierungsplanung aber in der Regel erst aufgrund der Ergebnisse von Sanierungsuntersuchungen erfolgen kann, ist dies in der Praxis selten sinnvoll. Insbesondere die oben im ersten Anstrich genannte Sachlage (Verschiedenartigkeit der erforderlichen Maßnahmen) wird erst nach einer Sanierungsuntersuchung erkennbar sein.

Sind diese Voraussetzungen gegeben, **soll** die zuständige Behörde gemäß § 13 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG (= Ermächtigungsgrundlage, vgl. Erlass des SMUL vom 10.04.2000) die Vorlage eines Sanierungsplanes verlangen. Dieses „Verlangen“ ist ein **Verwaltungsakt** (im folgenden „Anordnung“). „Soll“ heißt, dass die Behörde eine entsprechende Anordnung treffen muss, sofern nicht ein atypischer Fall vorliegt, der es zulässt, ausnahmsweise von der Anordnung der Vorlage eines Sanierungsplans abzusehen. Ein solcher atypischer Fall kann insbesondere angenommen werden, wenn von einer Altlast zwar eine erhöhte Gefahr ausgeht (vgl. oben zweiter Anstrich), diese jedoch mit einfachen Mitteln abgewehrt oder beseitigt werden kann (vgl. § 7 BBodSchV).

Die **Anordnung** zur Vorlage eines Sanierungsplanes muss hinreichend bestimmt sein, d.h. die **Vorgaben zu Inhalt und Umfang des geforderten Sanierungsplanes** sind **so präzise** zu fassen, dass der Adressat der Anordnung unschwer erkennen kann, welche Unterlagen von ihm verlangt werden. Insbesondere ist das – sich aus der Sanierungsuntersuchung ergebende – **Sanierungsziel** zu formulieren<sup>2</sup> und festzulegen, welches – sich ebenfalls aus der Sanierungsuntersuchung ergebende – **Sanierungskonzept**<sup>3</sup> dem Sanierungsplan zugrunde zu legen ist. Die Wahl ist unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsprinzips zu begründen.

Wie umfangreich und detailliert die geforderten Darstellungen sein müssen, ist eine Frage des Einzelfalls. Dabei ist wiederum der **Grundsatz der Verhältnismäßigkeit** zu beachten, d.h. die konkreten Anforderungen müssen im Hinblick auf die Erfüllung der Pflichten nach § 4 Abs. 3 BBodSchG geeignet, erforderlich und angemessen sein.

Um erst bei der Erstellung des Sanierungsplanes bekannt werdende Umstände berücksichtigen zu können, empfiehlt es sich, in die Anordnung zur Vorlage des Sanierungsplans einen **Vorbehalt** aufzunehmen, dass bei neuen Erkenntnissen **weitere Unterlagen** gefordert werden können.

### **Von wem ist die Vorlage eines Sanierungsplans zu verlangen?**

Der Sanierungsplan ist gemäß § 13 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG **von einem nach § 4 Abs. 3, 5 oder 6 BBodSchG zur Sanierung Verpflichteten** zu verlangen. Dabei hat die zuständige Behörde zwischen den in § 4 Abs. 3, 5 oder 6 BBodSchG genannten Personen **Auswahlermessen**, d.h. sie hat nach pflichtgemäßem Ermessen zu entscheiden, wer den Sanierungsplan vorlegen und die Sanierung durchführen muss. Grundsätzlich hat sie denjenigen auszuwählen, der die erforderlichen Maßnahmen voraussichtlich am schnellsten und effektivsten erfüllen kann.

<sup>2</sup> vgl. Bickel: BBodSchG, 2. Aufl. 2000, RdNr. 2 zu § 13

<sup>3</sup> = vorzugswürdiges Maßnahmenkonzept i.S.v. Anhang 3 Nr. 1 letzter Satz der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung



Anmerkung: Nach dem Wortlaut des § 13 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG könnte die zuständige Behörde die Vorlage eines Sanierungsplanes von einem anderen als denjenigen Verpflichteten verlangen, der anschließend die Sanierung durchzuführen hat. Dies wird aber in der Regel nicht sinnvoll sein.

Die Behörde kann nach § 13 Abs. 2 BBodSchG (= Ermächtigungsgrundlage, vgl. Erlass des SMUL vom 10.04.2000) vom Sanierungsverpflichteten verlangen, dass der Sanierungsplan von einem **Sachverständigen nach § 18 BBodSchG** erstellt wird, allerdings nicht von einem *bestimmten* Sachverständigen. Solange es noch keine Verordnung nach § 18 Satz 2 BBodSchG gibt, muss die Behörde, wenn sie die Erstellung des Sanierungsplans durch einen Sachverständigen nach § 18 BBodSchG verlangt, selbst prüfen, ob der vom Verpflichteten beauftragte Sachverständige die Anforderungen des § 18 Satz 1 BBodSchG erfüllt. Hierzu sollte sie sich zumindest Referenzen und Arbeitsproben vorlegen lassen.

Die **Kosten** für die Erstellung des Sanierungsplanes hat der Verpflichtete gemäß § 24 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG **selbst** zu tragen.

### Was muss im Sanierungsplan stehen?

Nach § 13 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG muss der Sanierungsplan insbesondere folgende Angaben enthalten:

- eine Zusammenfassung der Gefährdungsabschätzung nach § 9 Abs. 2 BBodSchG und der Sanierungsuntersuchungen nach § 13 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG
- Angaben über die bisherige und künftige Nutzung der zu sanierenden Grundstücke (wegen der nutzungsbezogenen Sanierungsanforderungen, vgl. § 4 Abs. 4 Satz 1 BBodSchG)
- die Darstellung des Sanierungszieles und der erforderlichen Maßnahmen (einschließlich des Zeithorizontes).

Diese Anforderungen werden kaskadenförmig durch § 6 Abs. 2 und 3 BBodSchV i.V.m. Anhang 3 zur Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung konkretisiert. Anhang 3 Nr. 2 enthält checklistenartig detaillierte Anforderungen an den Inhalt eines Sanierungsplanes. Im Einleitungssatz zu Anhang 3 Nr. 2 wird außerdem darauf hingewiesen, dass der Sanierungsplan „die für eine Verbindlichkeitserklärung nach § 13 Abs. 6 des Bundes-Bodenschutzgesetzes erforderlichen Angaben enthalten soll“. Damit sind die Angaben gemeint, die für die „konzentrierten“ Entscheidungen erforderlich sind (vgl. hierzu unten 6.).

§ 13 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG und § 6 Abs. 2 BBodSchV enthalten Mindestanforderungen an den Sanierungsplan. Im Übrigen richtet sich der Inhalt nach den Umständen des Einzelfalls, wobei, wie oben unter Nr. 1 erwähnt, hinsichtlich behördlicher Forderungen der **Grundsatz der Verhältnismäßigkeit** zu beachten ist. Im Hinblick auf den Beschluss des Bundesverfassungsgerichtes vom 16.02.2000 (vgl. Erlass des SMUL vom 17.08.2000) sollte von der Behörde besonderer Wert auf die Darstellung der voraussichtlichen Kosten gelegt werden.

Die Einzelheiten sind dem **Teil 9 („Sanierung“)** des Handbuchs zur Altlastenbehandlung im Freistaat Sachsen zu entnehmen, welcher im Juli 2000 erschienen ist.

## Wie ist das behördliche Verfahren durchzuführen?

Das Bundes-Bodenschutzgesetz sieht für die Prüfung und Verbindlicherklärung eines Sanierungsplanes kein spezielles Verfahren vor. Es gelten daher die **allgemeinen Regeln des Verwaltungsverfahrens**, wie sie sich insbesondere aus dem Verwaltungsverfahrensgesetz ergeben.

Zur praktischen Durchführung des Verfahrens empfiehlt sich die **Orientierung an der Praxis vergleichbarer Verwaltungsverfahren**, insbesondere des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens. Verbindliche Vorgaben des SMUL sind hierzu nicht geplant.

Schon bei der Erarbeitung des Sanierungsplanes empfiehlt sich eine enge **Kooperation** zwischen allen Beteiligten, d.h. dem Verpflichteten, dem von ihm mit der Sanierungsplanung Beauftragten, eventuell vorhandenen weiteren Sanierungsverpflichteten nach § 4 Abs. 3, 5 und 6 BBodSchG, den betroffenen Behörden sowie den Nachbarn und sonstigen Betroffenen.

## Wie sind „die Betroffenen“ zu informieren?

Nach § 13 Abs. 3 BBodSchG muss derjenige, der den Sanierungsplan vorzulegen hat (also nicht die Behörde!), die Eigentümer der betroffenen Grundstücke, die sonstigen betroffenen Nutzungsberechtigten und die betroffene Nachbarschaft (= **Betroffene**) über die geplanten Maßnahmen **informieren**. „Betroffen“ ist jeder, der durch die geplanten Maßnahmen oder den Zustand des Grundstücks in seinen Schutzgütern berührt sein kann<sup>4</sup>. Als Schutzgüter kommen insbesondere Leben, Gesundheit und Eigentum in Betracht. Die Betroffenheit ist oft schwer im Voraus abzuschätzen. Im Zweifel sollten lieber zuviel als zuwenig potenziell Betroffene informiert werden. Umweltverbände oder Bürgerinitiativen als solche gehören nicht zu den Betroffenen; sie haben daher weder ein Informationsrecht, noch besteht ihnen gegenüber eine Informationspflicht.

Die Information muss nach § 13 Abs. 3 Satz 1 BBodSchG „frühzeitig, in geeigneter Weise und unaufgefordert“ erfolgen. „Frühzeitig“ heißt, dass die Information zu einem Zeitpunkt erfolgen muss, in dem eine Einflussnahme auf die Sanierungsplanung noch möglich ist, denn Zweck der Informationspflicht ist nicht zuletzt die Erhöhung der Entscheidungsqualität. Formvorschriften enthält das Bundes-Bodenschutzgesetz hierfür nicht. Ob die vom Verpflichteten gewählte Art und Weise der Information „geeignet“ ist, hängt von den Umständen des Einzelfalls, insbesondere der Zahl und der Art der Betroffenen, ab. Bei einer unüberschaubaren Zahl von Betroffenen kommt auch eine öffentliche Mitteilung durch den Verpflichteten in Betracht (z.B. durch eine Anzeige in allen lokalen Tageszeitungen oder durch Aushang am „Schwarzen Brett“ der Standortgemeinde).

Auf jeden Fall hat der Verpflichtete den Betroffenen die zur Beurteilung der Maßnahmen wesentlichen **Unterlagen** zur Einsichtnahme zur Verfügung zu stellen (§ 13 Abs. 3 Satz 2 i.V.m. § 12 Abs. Satz 2 BBodSchG). Den Betroffenen muss außerdem Gelegenheit gegeben werden, **Anregungen und Bedenken** zu den geplanten Maßnahmen vorzutragen. Inwieweit

<sup>4</sup> vgl. Gesetzesbegründung in BT-Drucksache 13/6701, S. 41

diese Anregungen und Bedenken in den Sanierungsplan einfließen, bleibt allerdings dem Sanierungsverpflichteten überlassen.

Nach § 12 BBodSchG sind die Betroffenen **vor Sanierungsbeginn nochmals** zu informieren<sup>5</sup>.

Führt der Verpflichtete die Information der Öffentlichkeit nicht oder nicht ordnungsgemäß durch, kann ihm die zuständige Behörde dies mit einer **Anordnung nach § 16 Abs. 1 BBodSchG** (= Ermächtigungsgrundlage, vgl. Erlass des SMUL vom 10.04.2000) aufgeben.

Aus eingeschlossenen Entscheidungen kann sich ergeben, dass über die vom Verpflichteten nach § 13 Abs. 3 und § 12 BBodSchG wahrzunehmenden Informationspflichten hinaus behördlicherseits Dritte im Verfahren zu beteiligen sind (vgl. hierzu unten 6.).

### Die Verbindlicherklärung

Die zuständige Behörde kann den Sanierungsplan **für verbindlich erklären** (§ 13 Abs. 6 Satz 1 BBodSchG) und damit nicht nur zur fachlichen, sondern auch zur rechtlichen Basis einer Sanierung machen. Die Verbindlicherklärung setzt keinen entsprechenden Antrag voraus<sup>6</sup>. Wird ein solcher Antrag gestellt, ist diese Tatsache aber regelmäßig bei der Ermessensausübung zu berücksichtigen<sup>7</sup> und über den Antrag ermessensfehlerfrei zu entscheiden.

Die Verbindlicherklärung ist ein **Verwaltungsakt** und kann daher nach § 36 VwVfG mit **Nebenbestimmungen** versehen werden, die den Sanierungsplan abändern oder ergänzen, um die Erfüllung rechtlicher Vorgaben sicherzustellen (vgl. § 13 Abs. 6 Satz 1 BBodSchG). Insbesondere kommt auch ein **Vorbehalt** in Betracht, dass in die Verbindlicherklärung **weitere Nebenbestimmungen** aufgenommen werden können, wenn während der Sanierung neue Umstände eintreten.

Ein für verbindlich erklärter Sanierungsplan schließt alle anderen die Sanierung betreffenden behördlichen Entscheidungen ein (sog. **Konzentrationswirkung**), sofern

- die für die jeweilige Entscheidung an sich zuständige Behörde ihr **Einvernehmen** erteilt und
- die eingeschlossene Entscheidung in dem für verbindlich erklärten Plan ausdrücklich **aufgeführt** ist (§ 13 Abs. 6 Satz 2 BBodSchG).

Als eingeschlossene Entscheidungen kommen z.B. in Frage:

- eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung für eine Bodenbehandlungsanlage oder ein Zwischenlager für kontaminierten Bodenaushub
- eine Baugenehmigung für Abgrabungen oder Aufschüttungen
- eine wasserrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung, wenn die Sanierung mit einer Gewässerbenutzung verbunden ist
- abfallrechtliche Entscheidungen hinsichtlich des Verbleibs des Bodenaushubs.

<sup>5</sup> vgl. Hipp/Rech/Turian, a.a.O., RdNr. 479

<sup>6</sup> vgl. Frenz, a.a.O., RdNr. 76

<sup>7</sup> vgl. Oerder/Numberger/Schönfeld: BBodSchG, 1. Aufl. 1999, RdNr. 5 zu § 13

Zu beachten ist, dass der Sanierungsplan, wenn die Konzentrationswirkung eintreten soll, ähnlich wie ein immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsantrag die für die eingeschlossenen Entscheidungen erforderlichen **Unterlagen** vollständig enthalten muss (z.B. komplette Bauvorlagen).

Zwingende **Verfahrensvorschriften** für die eingeschlossenen Entscheidungen (z.B. Anhörungsverfahren) sind zu beachten. Die Verfahren sind von den Behörden durchzuführen, die für die entsprechenden Entscheidungen zuständig sind, denn die Konzentrationswirkung der Verbindlicherklärung gilt nur für die Entscheidungen selbst<sup>8</sup>.

Auch die **materiell-rechtlichen Anforderungen** der eingeschlossenen Entscheidungen müssen eingehalten werden. Die für die Verbindlicherklärung zuständige Behörde hat insoweit keinen Ermessens- oder Abwägungsspielraum. Von den jeweils zuständigen Behörden vorgeschlagene Nebenbestimmungen sind in die Verbindlicherklärung zu übernehmen. Das von diesen Behörden erklärte Einvernehmen ist in der Regel so zu interpretieren, dass es unter der Bedingung erteilt wird, dass die vorgeschlagenen Nebenbestimmungen übernommen werden. Soweit es Widersprüche zwischen den von verschiedenen Behörden vorgeschlagenen Nebenbestimmungen gibt, muss die zuständige Bodenschutzbehörde als federführende Behörde vermitteln. Notfalls muss die betreffende Entscheidung aus der Verbindlicherklärung herausgenommen oder auf eine Verbindlicherklärung ganz verzichtet werden. Die zuständige Bodenschutzbehörde kann sich jedenfalls nicht über das fehlende Einvernehmen einer Behörde hinwegsetzen, deren Entscheidung „konzentriert“ werden soll.

Wird das Einvernehmen verweigert, weil die entsprechende Entscheidung nicht erteilt werden kann, und ist der vorgelegte Sanierungsplan ohne diese Entscheidung nicht vollziehbar, darf die Bodenschutzbehörde den Plan insgesamt nicht akzeptieren. Sie muss vielmehr eine Änderung verlangen oder ggfs. eine behördliche Sanierungsplanung nach § 14 BBodSchG durchführen.

Von der Konzentrationswirkung **nicht** erfasst werden **UVP-pflichtige Vorhaben** (§ 13 Abs. 6 Satz 2 BBodSchG), wie der Bau einer planfeststellungsbedürftigen Deponie oder Abwasserbehandlungsanlage oder die Umgestaltung von Gewässern und Ufern.

Gegen die Verbindlicherklärung als Verwaltungsakt sind die entsprechenden **Rechtsbehelfe** möglich. Soweit Dritte betroffen sind, können auch diese den Rechtsweg beschreiten. Potenziell betroffenen Dritten sollte die Verbindlicherklärung daher bekannt gegeben werden, andernfalls die Widerspruchsfrist des § 70 Abs. 1 VwGO nicht in Gang gesetzt wird. Ist der Kreis der Betroffenen nicht überschaubar, kommt auch eine öffentliche Bekanntmachung nach § 41 Abs. 3 Satz 2 VwVfG in Betracht. Formvorschriften für die Bekanntgabe eingeschlossener Entscheidungen sind zu beachten.

Die **Kosten** der Verbindlicherklärung sind grundsätzlich vom Verpflichteten zu tragen. Nach lfd. Nr. 3 Tarifstelle 13.4 des Vierten Sächsischen Kostenverzeichnisses vom 23.10.2000 (SächsGVBl. S. 549) ist hierfür eine **Rahmengebühr** von **1.000 bis 20.000 DM** vorgesehen. Die Gebühren und Auslagen für eingeschlossene Entscheidungen sind separat zu berech-

<sup>8</sup> Holzwarth/Radtke/Hilger/Bachmann: BBodSchG /BBodSchV, 2. Aufl. 2000, RdNr. 22 zu § 13.

nen und mit den für die Verbindlicherklärung<sup>9</sup> zu erhebenden Gebühren und Auslagen jeweils zu Gesamtbeträgen zu addieren<sup>10</sup>. Die Anmerkung 3 zu den Tarifstellen 1.1 bis 1.23 der lfd. Nr. 55 des Vierten Sächsischen Kostenverzeichnisses gilt entsprechend.

Wie bei immissionsschutzrechtlichen Genehmigungen sollten der Sanierungsplan und die mit ihm eingereichten Unterlagen ausdrücklich zum Bestandteil der Verbindlicherklärung erklärt werden. Außerdem sollten **je eine** mit Dienstsiegel versehene und durchnummerierte **Ausfertigung** des Plans und der Unterlagen dem Verpflichteten überreicht werden bzw. bei der Behörde verbleiben.

Die Konzentrationswirkung erstreckt sich allein auf die Verbindlicherklärung des Plans. Die Zuständigkeit zur Überwachung und zum **Vollzug** der jeweiligen öffentlich-rechtlichen Vorschriften bleibt bei den für deren Vollzug zuständigen Behörden.

Da die Verbindlicherklärung keinen besonderen Formanforderungen unterliegt, kann sie grundsätzlich **formlos geändert** werden<sup>11</sup>. Tauchen z.B. im Verlauf der Sanierung unvorhergesehene Bodenverunreinigungen auf, können die erforderlichen Maßnahmen auch im Protokoll einer Besprechung zwischen der zuständigen Behörde und dem Sanierungsverpflichteten festgelegt werden. Es ist aber zu beachten, dass sich aus eingeschlossenen Entscheidungen Form- oder Beteiligungserfordernisse ergeben können. Zu beachten ist ferner, dass durch solche formlosen Absprachen nicht in Rechte Dritter eingegriffen wird. Unter Umständen muss durch den Verpflichteten auch eine weitere Information von Betroffenen nach § 12 BBodSchG erfolgen.

Strittig ist, ob die bloße Verbindlicherklärung den Verantwortlichen auch verpflichtet, die Sanierung durchzuführen<sup>12</sup>, oder ob sie nur festlegt, dass die Sanierung, *wenn* sie durchgeführt wird, nach dem Sanierungsplan zu erfolgen hat mit der Folge, dass die zuständige Behörde die sich aus § 4 Abs. 3 BBodSchG ergebende Sanierungspflicht notfalls über eine **Sanierungsanordnung nach § 10 Abs. 1 BBodSchG** durchsetzen muss<sup>13</sup>. Wegen dieser Unsicherheit sollte die Verbindlicherklärung gleich mit einer auf § 10 Abs. 1 BBodSchG gestützten Sanierungsanordnung verknüpft werden. Dies kann in demselben Bescheid geschehen. Gegebenenfalls kann die Sanierungsanordnung auch schon mit der Anordnung zur Vorlage des Sanierungsplans verbunden werden.

## Der Sanierungsvertrag

Nach § 13 Abs. 4 BBodSchG kann der zur Vorlage eines Sanierungsplanes Verpflichtete mit dem Sanierungsplan den **Entwurf** eines Sanierungsvertrages über die Ausführung des Planes vorlegen. Daneben kann aber auch die zuständige Behörde von sich aus den Abschluss eines Sanierungsvertrages vorschlagen.

<sup>9</sup> das ist die „Amtshandlung“ i.S.v. § 1 Abs. 1 SächsVwKG

<sup>10</sup> vgl. Rott/Birkner: Verwaltungskostenrecht für Staats- und Gemeindebehörden in Bayern, Stand: Juli 2000, Anm. 3 b) zu Art. 7 BayKG, der § 9 Abs. 1 und 2 SächsVwKG wörtlich entspricht

<sup>11</sup> vgl. Bickel, a.a.O., RdNr. 11

<sup>12</sup> so Frenz, a.a.O., RdNr. 67

<sup>13</sup> so Hipp/Rech/Turian, a.a.O., RdNr. 492

Der Sanierungsvertrag ist ein **öffentlich-rechtlicher Vertrag** im Sinne von §§ 54ff. VwVfG und muss die entsprechenden Voraussetzungen erfüllen. Er wird zwischen dem Sanierungsverpflichteten und der zuständigen Behörde abgeschlossen. In den Sanierungsvertrag können aber **auch Dritte** einbezogen werden, z.B. Eigentümer von Nachbargrundstücken, die bei der Sanierung in Anspruch genommen werden sollen, oder andere Behörden, deren Belange durch die Maßnahmen betroffen sind. Auf § 58 VwVfG wird ausdrücklich hingewiesen.

Der Sanierungsvertrag kann insbesondere **folgende Regelungen** beinhalten<sup>14</sup>:

- die Feststellung der **Sanierungsverpflichtung** des Verantwortlichen (vor allem, wenn es hieran Zweifel gibt)
- die Festsetzung der **Sanierungsziele** (insofern kann der Vertrag auch eine Sanierungsanordnung nach § 10 Abs. 1 Satz 1 BBodSchG ersetzen)
- die Festlegung, dass die Sanierung entsprechend dem vorgelegten **Sanierungsplan** durchzuführen ist, eventuell mit bestimmten Maßgaben z.B. hinsichtlich des Zeitablaufs (insofern kann der Vertrag die Verbindlicherklärung des Sanierungsplanes nach § 13 Abs. 6 BBodSchG ersetzen)
- die Erteilung der für die Durchführung der Maßnahmen erforderlichen behördlichen **Zulassungen** (diese sind im Einzelnen aufzuführen)
- das **Einvernehmen** der Behörden, deren Entscheidungen nach vorstehendem Anstrich miterteilt werden (diese müssen mitunterschreiben)<sup>15</sup>
- die Leistung von **Sicherheiten**, insbesondere bei langfristigen Sicherungsmaßnahmen (vgl. § 10 Abs. 1 Satz 2 BBodSchG)
- die Unterwerfung des Verantwortlichen unter die **sofortige Vollstreckung** gemäß § 61 VwVfG (dies ist unbedingt zu empfehlen!)
- **Vertragsstrafen** für den Fall der Nichterfüllung bestimmter Pflichten oder der Nichteinhaltung gesetzter Fristen (dies ist ebenfalls dringend zu empfehlen!).

Weitergehende Hinweise zum möglichen Inhalt eines Sanierungsvertrages finden sich beispielsweise bei *Sahm: Der öffentlich-rechtliche Sanierungsvertrag nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz, UPR 1998, S. 128*. Angesichts der Vielzahl der denkbaren Konstellationen ist es nicht möglich, einen Mustervertrag vorzugeben. Die Komplexität der Materie lässt es dringend angeraten sein, von Anfang an juristischen Sachverstand in die Erarbeitung des Vertrages einzubinden.

Ob die zuständige Behörde den vom Verpflichteten nach § 13 Abs. 4 BBodSchG angebotenen Sanierungsvertrag annimmt oder selbst den Abschluss eines Sanierungsvertrages anbietet, liegt in ihrem pflichtgemäßen Ermessen (vgl. § 54 VwVfG). Wenn sich der Verpflichtete **kooperativ** zeigt, sollte von diesem Mittel des Verwaltungshandelns aber nach Möglichkeit Gebrauch gemacht werden.

In dem Vertrag sollten nach Möglichkeit alle strittigen Punkte (insbesondere Sanierungsziele und Kostentragungspflicht) sowie alle gegenseitigen Rechte und Pflichten einvernehmlich

<sup>14</sup> vgl. Hipp/Rech/Turian, a.a.O., RdNr. 485

<sup>15</sup> nach § 58 Abs. 2 VwVfG genügt es allerdings, wenn die betreffende Behörde verwaltungsintern ihr Einvernehmen erteilt hat

---

geregelt werden. Ist dies nicht möglich, können strittige Teile auch separat durch Verwaltungsakt geregelt werden.

Für die zahlreichen zum Entwurf dieses Erlasses eingegangenen Hinweise und Anregungen möchte ich mich ganz herzlich bedanken. Sie sind zu einem großen Teil in die Endfassung dieser Vollzugshinweise eingegangen.

gez. Jendrike (Referent)



## Bodenbehandlungsanlagen im Freistaat Sachsen

Dipl.-Ing. Marion Wahl (LfUG)

Seit 1993 berichtet die Zeitschrift TerraTech ca. alle 2 Jahre in einer Artikelserie über stationäre Bodenbehandlungsanlagen in Deutschland. Anlässlich der letzten Informationen in der Ausgabe 4/2000 wird eine kurze Zusammenfassung zu den sächsischen Daten gegeben werden.

### Anlagen-Kapazitäten

Die der TerraTech entnommene Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in den einzelnen Bundesländern vorhandenen Kapazitäten getrennt für biologische, chemisch-physikalische und thermische Anlagen. **Sachsen** hat im Vergleich zu den anderen Bundesländern mit 448.700 t/a die **größte Kapazität zur biologischen Bodenbehandlung** in 14 Anlagen. Weiterhin sind Kapazitäten von 24.000 t/a (1 Anlage) zur chemisch-physikalischen und 120.000 t/a (1 Anlage) zur thermischen Bodenbehandlung vorhanden.

**Tab. 1: Betriebene stationäre Bodenbehandlungsanlagen (in t/a) Stand Juli 2000** (In Bau/Planung befindliche Anlagen wurden nicht berücksichtigt, Kursive Ziffern geben die Anzahl der Anlagen an, wobei mehrere Verfahren an einem Standort als getrennte Anlagen ausgewiesen sind)

Bundesland	Biologie		Chem.-phys.		Thermisch		Gesamtkapazität	
Baden-Württemberg	110.000	3	0		70.000	1	180.000	4
Bayern	328.000	7	220.000	2	120.000	1	668.000	10
Berlin	80.000	1	240.000	2	0		320.000	3
Brandenburg	214.500	6	285.000	3	0		499.500	9
Bremen	200.000	1	0		120.000	1	320.000	2
Hamburg	65.000	2	70.000	2	0		135.000	4
Hessen	110.000	2	60.000	1	0		170.000	3
Mecklenburg-Vorpomm.	181.700	5	20.000	1	0		201.700	6
Niedersachsen	72.500	6	25.000	1	0		97.500	7
Nordrhein-Westfalen	413.000	9	2.000	1	48.000	1	463.000	11
Rheinland-Pfalz	240.400	6	19.400	1	0		259.800	7
Saarland	20.000	1	30.000	1	0		50.000	2
<b>Sachsen</b>	<b>448.700</b>	<b>14</b>	<b>24.000</b>	<b>1</b>	<b>120.000</b>	<b>1</b>	<b>592.700</b>	<b>16</b>
Sachsen-Anhalt	261.900	8	93.400	2	0		355.300	10
Schleswig-Holstein	33.000	3	100.000	1	0		133.000	4
Thüringen	375.000	7	200.000	1	0		575.000	8
Summe	3.153.700	81	1.388.800	20	478.000		5.020.500	106



Daraus ergibt sich für Sachsen eine Gesamtkapazität von 592.700 t/a in 16 Anlagen. Sachsen wird in der Gesamtkapazität nur noch von Bayern mit 668.000 t/a übertroffen.

Aus der Tabelle 2 ist die zeitliche Entwicklung der Kapazitäten und Anzahl der Anlagen in Sachsen ersichtlich. Seit 1995 hat sich die Gesamtkapazität fast verdoppelt, was hauptsächlich durch Anlagenerweiterungen zustande kam.

**Tab. 2 Betriebene stationäre Bodenbehandlungsanlagen in Sachsen seit 1993 in t/a** (Anmerkungen siehe Tabelle 1)

Die Jagd nach dem Boden ...	Biologie	Chem.-phys.	Thermisch	Gesamtkapazität
... hat begonnen: <b>1993</b>	?	?	?	?
... geht weiter: <b>1995</b>	222.700 10	26.000 2	70.000 1	318.700
... wird härter: <b>1997</b>	315.450 13	24.000 1	70.000 1	409.450
... war erfolgreich: <b>2000</b>	448.700 14	24.000 1	120.000 1	592.700

### Anlagen-Auslastung für Gesamtdeutschland

Daten für die Auslastung der Anlagen liegen lediglich für Gesamtdeutschland vor und sind im o.g. Artikel der TerraTech nachzulesen.

Seit 1996 nimmt die mikrobiologische Sanierung mit einer Kapazität von 3.133.100 t/a und einer Auslastung von 72,7 % den weitaus größten Teil der Bodenreinigung ein.

### Zeitliche Entwicklung der Anlagenauslastungen

Die durchschnittliche Anlagenauslastung hat sich von 1996 bis 1999 von 64 auf 68 % nur unwesentlich erhöht. Zu erkennen ist jedoch eine Verschiebung zugunsten biologischer und thermischer Anlagen. Die Bodenwaschanlagen sind mit reichlich 50 % nur ungenügend ausgelastet.

Festzustellen ist der hohe Verwertungsgrad mit 84,6 % in 1996 bzw. 87,4 % in 1999.



**Sanierung**

## Sanierung und Rekultivierung des ehemaligen Tanklagers Zeisigwald in Chemnitz

Dipl.-Ing. Roland Schadock (StUFA Chemnitz)

### Angaben zum Altstandort

- Altstandort, ehemaliges Tanklager der Westgruppe der sowjetischen Streitkräfte in Deutschland (1945-1991)
- signifikante Schadstoffe: Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)
- Hauptkontaminationspfade (SG): Boden, Grundwasser/Oberflächenwasser
- angestrebte/realisierte Nutzung: Wiedereingliederung in die Natur, Naherholungsgebiet



*Treibstofftank, vorbereitet zur Bergung*

### Ablauf der stufenweisen Bearbeitung

- 1992 Erfassung
- 1992-94 Orientierende Erkundung 1994-95 Detailerkundung
- 1995 Sanierungsuntersuchung
- 1996 zusätzliche Detailuntersuchungen, Überarbeitung Sanierungsuntersuchung
- 1996-97 Rückbau-, Sanierungs- und Rekultivierungsarbeiten

### Beteiligte

- Förderung Regierungspräsidium Chemnitz
- Ordnungsbehörde Stadt Chemnitz
- Fachbehörde Umweltamt StUFA Chemnitz
- Ausführende ARGE TGR/SEAC und SLB/SEAC/Fa.M&P

## Förderung

Finanzierung aus verschiedenen Quellen

- Freistaat Sachsen, SMWA
- Bundesanstalt für Arbeit
- KONVER I (EU)
- KONVER II (EU)
- Sächsische Landesbank

Gesamtkosten (Stilllegung, Bergung, Abriss, Sanierung Boden, GW-Behandlung, Rekultivierung, berufsbegleitende Qualifizierung) ca. **5,12 Mio. DM**

## Durchgeführte Sanierung

Inhalt

- Rückbau der Tanks
- Aushub des kontaminierten Bodens
- Rückbau der bautechnischen Anlagen
- Rekultivierungsarbeiten

Sanierungsziele

- 1000 mg/kg TS MKW (Boden)



*Bergungsmaßnahme (64 m<sup>3</sup>) und Verladung zur Verschrottung*

Technologie

- Aushub der sanierungsbedingten Bodenmassen aus dem Bereich der Tankfelder und sanierungsbedürftigen Flächen
- Abtransport in Containern zur Off-Site-Behandlung
- Einbau unkontaminierten Bodens

Massenbilanzierung

- 700 t kontaminierter Boden
- 80 m<sup>3</sup> flüssige Abfälle (Öl-Wasser-Gemisch)
- Die mit zum Gesamtumfang der Arbeiten auf dem Gelände gehörenden anderen Bilanzen gliedern sich auf in
  - 410 t Schrott (200 Erdtanks)
  - 6.890 t Bauschutt gesamt
  - 100 t Wellasbest
  - 470 m<sup>3</sup> Holzabfälle

- 330 m<sup>3</sup> sonstige Abfälle
- 200 t Alu-, Stahl-, Elektronikschrott.

Das oberflächennah anstehende und kontaminierte Wasser wurde im Vorfeld der Tankbergung/Auskoffnung des kontaminierten Bodens mit einer standortadaptierten Wasserbehandlungsanlage aufbereitet und danach in den Vorfluter eingeleitet.

- Einleitwert MKW ges. 10 mg/l
- Einleitwert BTEX ges. 0,015 mg/l

Da mit behördlicher Auflage kein standortfremder Boden für die Verfüllung der Gruben verwendet werden durfte, wurden flache Böschungen ausgebildet und eine vernetzte Teichlandschaft (oberflächennahes Grundwasser steht an) geschaffen.

## Fazit

Mit der Sanierung eines der ehemals größten Tanklager der Westgruppe der sowjetischen Streitkräfte in Deutschland (WGT) in Sachsen, dem Tanklager Zeisigwald Chemnitz, wurde ein exemplarisches Beispiel sowohl der Beseitigung eines permanenten Gefahrenpotentials (Altlast) für die Schutzgüter Boden/Wasser als auch anschließend der



*Wasserbehandlungsanlage*

natürlichen Wiedereingliederung in das Umfeld (Renaturierung) realisiert. Dieser

ehemals militärisch genutzte Standort ist für die Bevölkerung ein sichtbares und auch zugängliches Objekt einer erfolgreichen Altlastensanierung.



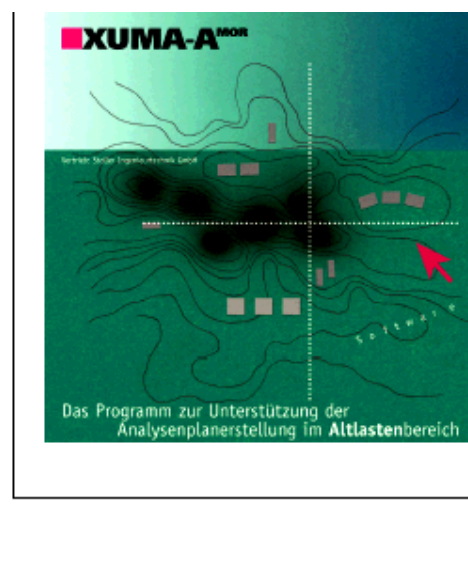
## Software für die Altlastenbearbeitung STARS, XUMA-A<sup>MOR</sup>

Dipl.-Ing. Antje Sohr (LfUG)

Das Programm XUMA-A<sup>MOR</sup> und die Datenbank STARS dienen einer effektiven Altlastenbearbeitung. XUMA-A<sup>MOR</sup> ist eine Weiterentwicklung des ursprünglich von Baden-Württemberg entwickelten und mit Sachsen gemeinsam auf CD veröffentlichten Programms XUMA-A. STARS wurde im Auftrag des BMU, des UBA und weiterer Behörden durch Stoller Ingenieurtechnik und weitere Firmen bzw. Einrichtungen entwickelt. Beide Programme sind auf einer CD seit September 2000 verfügbar.

Mit der Stoffdatenbank für altlastenrelevante Schadstoffe (**STARS**) wird die Bewertung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten unterstützt. Es werden Daten zu folgenden Sachgebieten für 943 Stoffe (Stand 09/2000) geführt:

- Physikalisch-chemische Stoffparameter
- Umweltverhalten (z. B. Abbauverhalten und Stabilität)
- Ökotoxikologie (aquatische und terrestrische Systeme)
- Toxikologie (Human-, Säugetier-, Umwelttoxizität, tolerable Körperdosen)
- Stoffspezifische Regelwerke
- Arbeitssicherheit
- Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung
- Länderlisten



Wesentliche Datenquellen sind der gemeinsame Stoffdatenpool des Bundes und der Länder (GSBL) im UBA sowie die Stoffdatenblätter des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW).

**XUMA-A<sup>MOR</sup>** dient der Erstellung von Analysenplänen für orientierende und Detail-Untersuchungen und stellt daneben noch Basisinformationen zu produktionsspezifischen Stoffen und Branchen bereit. Für die Erstellung eines Analysenplans ist es ausreichend, wenn die altlastenverdächtige Nutzung eines Altstandortes bekannt ist. Der Analysenplanvorschlag wird programmintern auf der Grundlage von branchen- und nutzungsspezifischen Daten zu Produktionsverfahren, Prozessabläufen, den dabei eingesetzten Stoffen und erzeugten Abfällen sowie deren zeitlichen Bezügen entwickelt. Die vorgeschlagenen Analysenparameter werden medienbezogen angezeigt. Editierfunktionen ermöglichen es, den vorgeschlagenen Analysenplan zu ändern.

Gegenwärtig steht Fachwissen zu folgenden Wissensbereichen zur Verfügung:

- Zivile Nutzung (und ausgewählte Informationen zu Nutzungen in ostdeutschen Branchen der chemischen Industrie vor 1990)
- Militärische Nutzungen (Westgruppe der sowjetischen Truppen, NATO-Streitkräfte)
- Nutzung zur Rüstungsproduktion

Alle **Anwendungen** sind auf PC mit Windowsbetriebssystemen (ab Windows 95) lauffähig.

Komfortable Menüs ermöglichen die schnelle und komplikationslose Installation bzw. Deinstallation.

Alle Anwendungen sind separat nutzbar. Darüber hinaus ist jedoch auch die Verknüpfung der Anwendungen problemlos möglich, so dass bei der Arbeit mit XUMA-A<sup>MOR</sup> auch Stoffinformationen aus der Datenbank STARS direkt abgerufen werden können.

Für detaillierte Informationen wenden Sie sich bitte an die Stoller Ingenieurtechnik GmbH.

Die auf der CD-ROM verfügbare Datenbank **ALV** (Altlastverdächtige Flächen) wird in Sachsen nicht eingesetzt. Statt dessen ist die Datenerfassung mit dem Programm SALKKA (Sächsisches Altlastenkataster) vorzunehmen, welches im SALFA-Web unter dem Menü DV-Programm zur Verfügung steht.

Die **Preise** betragen für die Einzelversionen STARS 280 DM bzw. XUMA-A<sup>MOR</sup> 250 DM. STARS und XUMA-A<sup>MOR</sup> kosten 350,00 DM.

Der Bezug erfolgt über die Stoller Ingenieurtechnik GmbH

Bärensteiner Strasse 27-29

01277 Dresden

Tel: (0351) 2123930

Fax: (0351) 2123959

e-mail: [SIGDresden@aol.com](mailto:SIGDresden@aol.com)





## DASIMA (Datenbank zur Auswahl von Simulationsprogrammen)

Dipl.-Ing. Peter Börke (LfUG)

### Zielstellung und Beschreibung

Die mittlerweile breite Nutzung des Internet ermöglicht die schnelle und gezielte Suche auch nach Hilfsmitteln bei der Altlastenbehandlung. Innerhalb des Sächsischen Altlastenfachinformationssystems "SALFA-WEB" wurde ein Suchwerkzeug entwickelt, das unter Zugriff auf eine beim LfUG laufend gehaltene Datenbank eine hierarchische und damit systematische Auswahl eines dem Problem und der Bearbeitungstiefe einer Altlast bzw. altlastverdächtigen Fläche angemessenen Simulationswerkzeugs für die Pfade Boden und Grundwasser ermöglicht. Dies trifft insbesondere auf die Stufe der Detailuntersuchung zu. Durch die Eingrenzung der Gesamtmenge der angezeigten Programme über Auswahlkriterien (z.B. kostenlose oder kommerzielle Version) soll der Nutzer (z.B. Ämter bei der Auftragsvergabe, Ingenieurbüros bei Angeboten) in die Lage versetzt werden, ein oder mehrere problemadäquate Programme auszuwählen, die Angebotseinholung zu gestalten sowie Kosten der Beschaffung von Programmen und Bearbeitung von Aufgaben abzuschätzen. **Die Auswahlkriterien sind beliebig miteinander kombinierbar.** Insgesamt sind in die Datenbank bisher 210 Simulationsprogramme aufgenommen worden. Der Nutzer erhält eine Ergebnisliste mit der Anzeige der Programmnamen (Abb.1) und kann zu jedem Programm einen Zielframe abrufen. Dieser Zielframe enthält alle für die Suche und Nutzbarkeit des Programms wichtigen Informationen (z.B. auch Internet-Link, e-mail-Adressen etc.) und es kann eine Kurzbeschreibung des Programms aufgerufen werden.

### Anwenderdokumentation Suchmaschine

#### Benutzerschnittstelle

Die Benutzerschnittstelle ist als ein zweigeteiltes Fenster aufgebaut. Beim Start enthält die rechte Seite das Auswahlformular. Das linke Fenster beinhaltet zunächst nur die Schaltflächen zum Start der Hilfeseite oder für ein neues Auswahlformular. Hier gelangt man auch zur Startseite des SalfaWeb. Nach erfolgreicher Suche werden in diesem Fenster zusätzlich die Namen der gefundenen Programme aufgelistet. Durch einen Mausklick auf einen der aufgelisteten Programmnamen öffnet sich im rechten Fenster der Zielframe mit der Beschreibung des entsprechenden Programms. (Aufbau siehe Abb. 1)

Die Zweiteilung des Fensters wird beim Verlassen dieser Seite wieder aufgehoben.

**DASIMA Seite 1 - Microsoft Internet Explorer**

Adresse: <http://www.lfug.de/dasima/>

**SALFA-WEB**

**DASIMA - Hilfe**

**neues Formular**

3DFEMFAT  
BIO1D  
CHEMFLO  
COLUM STUDY  
FADMIC 3D  
FATMIC 2D  
FEHM  
FEMWATER  
FLOTRA  
FP  
HELP  
HSSM  
MAGNAS  
NAPL SIMULATOR  
PATRIOT  
PESTAN  
PHREFOC  
RETC  
RITZ  
SESOIL  
SISIMUMS  
SIWAPRO  
SoilVision  
STF  
SUTRA  
SWMS 2D  
SWMS 3D  
TETRANS  
TOUGH2  
UTCHEM  
VENT2D  
VLEACH

Entwickelt durch: [K&P](#) 2000

**Datenbank**  
zur Auswahl von Simulationsprogrammen  
bei der Altlastenbehandlung

Die Bereitstellung der Datenbasis und der hierarchischen Suche von Simulationsprogrammen mit dem Programmsystem DASIMA liefert einen Beitrag zur Qualitätssicherung bei der Altlastenbehandlung. Die Datenbasis wird vom LFUG laufend aktualisiert.

**Suchkriterien: Bitte wählen Sie die gewünschten Parameter aus betätigen Sie anschließend "Suche ausführen"**

**Boden-/Grundwasserleitertyp**

- Porengrundwasserleiter
- Kluftgrundwasserleiter
- Karstgrundwasserleiter

**Stofftransportsimulation**

- Konvektion
- Dispersion
- Sorption
- Abbau
- Parameteridentifikation
- Diffusion

**Strömungssimulation**

- Grundwasserströmung
- Sickerwasserströmung (ungesättigte Zone)
- Parameteridentifikation

**Problemdimension**

- 1D-horizontal
- 1D-vertikal
- 2D-horizontal-eben
- 2D-vertikal-eben
- 3D

**Verfügbarkeit**

- beliebig
- public domain**
- shareware
- kommerziell

**Stofftransportprozesse**

- Gleichgewicht
- Kinetik

**Mathematische Lösung**

- beliebig**
- analytisch
- numerisch
- analytisch-numerisch

Suche ausführen

Welche Programme sind in der Datenbank?

**Abb.1: Bildschirmaufbau DASIMA-Suchmaschine (Beispiel: Auswahl aller public-domain-Programme für die ungesättigte Zone)**

## Auswahlformular

Dieses Formular dient zur Auswahl der gewünschten Kriterien für die Datenbankabfrage. Im oberen Teil ist eine Mehrfachauswahl nach den folgenden Kriterien möglich:



- Grundwasserleitertyp  
In diesem Feld können Sie den Typ des Grundwasserleiters festlegen. Zur Auswahl stehen Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter.
- Strömungssimulation  
In dieser Liste kann zwischen gesättigten (Grundwasser) und ungesättigten (Sickerwasser) Strömungsverhältnissen und deren Kombination (Aktivierung beider Kontrollkästchen) unterschieden werden. Soll das gesuchte Programm eine automatische Kalibrierung zulassen, kann hier noch der Suchbegriff „Parameteridentifikation“ ausgewählt werden.
- Stofftransportsimulation  
Hier erfolgt die Auswahl, welche Schadstofftransportprozesse berücksichtigt werden sollen. Berücksichtigt werden Konvektion, Dispersion, Sorption, Abbau und Diffusion. Zusätzlich kann hier die Option „Parameteridentifikation“ angegeben werden.
- Umsetzung  
An dieser Stelle stehen die Kriterien „Gleichgewichtsreaktion“ und „Kinetik“ zur Auswahl.
- Problemdimension  
In diesem Feld kann die Dimension des Problems ausgewählt werden.

Zur Aktivierung der gewünschten Kriterien aktiviert man das entsprechende Kontrollkästchen  durch einen Mausklick.

Im unteren Teil des Formulars kann jeweils nur ein Kriterium aus den folgenden Listenfeldern ausgewählt werden:

- Mathematische Lösung  
Diese Liste führt die verschiedenen mathematischen Lösungsverfahren (numerisch, analytisch und analytisch-numerisch) auf. Mit der Auswahl „BELIEBIG“ wählen sie keines der vorgegebenen Kriterien aus.
- Verfügbarkeit  
Hier können die Lizenzbedingungen (public domain, shareware, kommerziell), welchen die Software unterliegen soll, ausgesucht werden. Mit der Auswahl „beliebig“ wählen sie keines der vorgegebenen Kriterien aus.

Die Suche startet durch das Anklicken der Schaltfläche "SUCHE AUSFÜHREN". Für eine neue Abfrage ist die Schaltfläche "NEUES FORMULAR" im linken Teilfenster zu aktivieren. Mit einem Klick auf die Schaltfläche "WELCHE PROGRAMME SIND IN DER DATENBANK ?" werden im linken Teilfenster alle Programme aufgelistet, die in der Datenbank integriert sind. Durch einen Mausklick auf einen der Programmnamen gelangen Sie auch von hier zum rechten Fenster (Zielframe) mit der genauen Beschreibung des entsprechenden Programms.

## Zielframe

In diesem Frame werden alle Angaben über das gesuchte Programm aufgeführt. Die Angaben sind in drei Bereiche – Allgemein, Einsatzbereiche und Kosten – gegliedert. Durch einen Hyperlink gelangen Sie direkt zur Homepage des Anbieters und des Autors, sofern diese bekannt sind. Ist von dem Programm eine Kurzbeschreibung vorhanden, kann diese in

einem Textfenster geöffnet werden. Klicken Sie dafür mit der linken Maustaste auf den Hyperlink „KURZBESCHREIBUNG“.

Die Einstellung der Version DASIMA 1.1 in das Sächsischen Altlastenfachinformationssystem (SALFA-Web) ist erfolgt. Das Programm kann dort unter dem Menüpunkt DV-Programme oder unter der Internetadresse: <http://www.lfug.de/dasima/> angesteuert werden.

Nähere Informationen erteilt außerdem der Autor unter ☎ 0351-8928-408 bzw. e-mail: [Peter.Boerke@lfug.smul.sachsen.de](mailto:Peter.Boerke@lfug.smul.sachsen.de) .



## Programm SISIM zur Sickerwasser-simulation

Dipl.-Ing. Antje Sohr (LfUG)

Das Programm SISIM, Sickerwassersimulation, wurde seit seiner Herausgabe durch das UBA durch verschiedene sächsische Ingenieurbüros und Institutionen getestet und hinsichtlich seiner Eignung an Beispielfällen geprüft. Diese Prüfung ist noch unzureichend, trotzdem kann man folgende bisherige Erkenntnisse zusammenfassen:

- Aus fachlicher Sicht bildet das Programm den Schadstofftransport mit dem Sickerwasser in der ungesättigten Zone unzureichend nach, besonders für anorganische Schadstoffe.
- Eine Eingabe von mobilisierbaren Gehalten entsprechend den Forderungen der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung ist nicht möglich.
- Bodenschichten mit entsprechenden Parametern müssen für jeden Schadstoff bei gleichem Standort jedes Mal neu definiert werden.
- Die im Schichtenverzeichnis hinterlegte „Bodenkundliche Kartieranleitung KA4“ ist nicht korrekt.
- Die Einflussfaktoren des Bodens wie pH-Wert, C-Gehalt,  $k_f$ -Wert, die eine natürliche Schwankungsbreite am Standort haben, reagieren so sensibel auf das Bewertungsergebnis, dass die Ergebnisse (am Ort der Beurteilung) stark schwanken.

Aus diesen Gründen können wir das Programm SISIM für eine Aussage, ob eine Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung zu erwarten ist, in der jetzigen Version nicht empfehlen.

Über eine Weiterentwicklung muss nachgedacht werden. Effektiv erscheint ein Einsatz nur für bestimmte Stoffgruppen bei Änderungen der o.g. negativen Effekte.

Weitere Programme zur Sickerwasserprognose sind über die Datenbank DASIMA (siehe vorhergehender Beitrag) unter dem Menüpunkt "ungesättigte Zone" in Kombination mit den Kriterien für den Schadstofftransport recherchierbar.

Das Umweltbundesamt wurde über diese Auffassung bereits informiert.



## **Nacherhebung für die Detailuntersuchung, Sanierungsuntersuchung und Sanierung, Erfahrungen und Hinweise**

Dipl.-Ing. Heidemarie Wagner (LfUG)

In der Ausgabe Altlasten Aktuell Nr. 5 wurden die reduzierten Erfassungsbelege für die Detailuntersuchung, Sanierungsuntersuchung und Sanierung veröffentlicht, die ausschließlich bei der Nacherhebung zum Einsatz kommen sollen. Im vergangenen Jahr wurde auf der Grundlage dieser Formulare die Nacherhebung der Freistellungsfälle durchgeführt. An Hand der Ergebnisse dieser Maßnahme sowie auf der Grundlage von Hinweisen der Bearbeiter wird an dieser Stelle auf spezielle Fragestellungen und Probleme sowohl bei der Erfassung als auch bei der Nacherfassung der Daten von höheren Bearbeitungsstufen hingewiesen.

**Zu einer Bearbeitungsstufe (z. Bsp. Detailuntersuchung) wurden über einen längeren Zeitraum und durch unterschiedliche Bearbeiter mehrere Gutachten zu einer Fläche erstellt.**

Die Bearbeitungsstufe ist im SALKA entsprechend dem neusten Kenntnisstand zu aktualisieren. Proben- und Analysenergebnisse können mehrfach mit unterschiedlichem Probandatum eingetragen und somit ergänzt werden. Wurden die Gutachten von unterschiedlichen Bearbeitern erstellt, ist der jeweils Letzte einzutragen. Die anderen Gutachten sind einschließlich der Autoren unter Dokumentationen aufzulisten.

So lange noch keine endgültige Entscheidung zum Handlungsbedarf getroffen werden kann, sondern noch weiterer Untersuchungsbedarf festgestellt wurde, kann als Handlungsbedarf "Überwachen" eingetragen werden.

**Auf einer Fläche erfolgten bzw. erfolgen zu verschiedenen Zeitpunkten Teilsanierungen im Rahmen von Baumaßnahmen. Dabei wurden nicht alle Schutzgüter berücksichtigt. Das klassische Beispiel dafür sind Tankstellen, bei denen im Rahmen von Rückbaumaßnahmen der Boden im Zapfsäulen- oder im Tanklagerbereich ausgehoben wurde. Das Grundwasser wurde überhaupt erst im Rahmen späterer Untersuchungen betrachtet.**

Hier empfehlen wir das Anlegen von Teilflächen. Da mit der Teilsanierung nur ein begrenzter Raum der Altlast behandelt wurde, sollte hierfür eine Teilfläche angelegt werden. (Zur generellen Gliederung von Teilflächen, siehe Altlasten Aktuell Nr. 4). Werden weitere Untersuchungen bzw. Sanierungen auf anderen Teilflächen durchgeführt, können diese zusätzlich angelegt werden. Eine eventuell spätere Betrachtung des Grundwassers erfolgt wieder für die Gesamtfläche, d.h. eine nach der Teilsanierung durchgeführte Detailuntersuchung, die sich auf das Schutzgut Grundwasser bezieht, ist für die Gesamtfläche (Teilfläche 0) einzutragen.

**Bei der Altlastenbearbeitung wurden verschiedene Bearbeitungsstufen zusammengefasst, zum Beispiel Detail- und Sanierungsuntersuchung.**

Die notwendigen Angaben für beide Bearbeitungsstufen sind aus diesem Gutachten zu entnehmen und in SALKA einzutragen. Da in diesem Fall nicht zwischen vorläufigen und endgültigen Sanierungszielwerten unterschieden wurde, sind die gleichen Werte in beiden Stufen einzutragen.

**Es erfolgte keine extra Sanierungsuntersuchung, so dass notwendige Grunddaten bei der Eingabe der Sanierung nicht vorhanden sind.**

Um die Daten zur Sanierung eingeben zu können, sind einige Eintragungen unter dem Menüpunkt Sanierungsuntersuchung im SALKA vorzunehmen:

- Die Aufteilung in Sanierungszonen oder das Anlegen zumindest einer (gesamten) Sanierungszone muss vorgenommen werden.
- Für die Eingabe repräsentativer Sanierungsendwerte ist es notwendig, dass vorläufige und endgültige Sanierungszielwerte eingegeben sind.
- Da im Menü Sanierungsuntersuchung die Eingabe von *Bearbeitungsdatum* und *Handlungsbedarf* Pflichtfelder sind, ist hier als *Bearbeitungsdatum* der Sanierungszeitraum und für den weiteren *Handlungsbedarf* "Sanierung" einzutragen. Ein entsprechender Kommentar im Bemerkungsfeld, dass die Daten der Sanierungsuntersuchung im Rahmen der Sanierung eingetragen wurden, erleichtert die spätere Einordnung dieser Angaben.

Weiterhin ist bei diesen Fällen das angewandte Sanierungsverfahren unter *Priorisierte Sanierungstechnik* einzutragen.

**Aus älteren Gutachten lassen sich keine Parameterwerte für das vorläufige und/oder das endgültige Sanierungsziel entnehmen.**

In diesen Fällen ist das Sanierungsziel zumindest verbal einzutragen, auch wenn dieser Eintrag im verkürzten Erfassungsbeleg zu den Erkundungsstufen nicht angefordert wird.

**Vor allem bei kleineren Altablagerungen wird nach der orientierenden Untersuchung oder der Detailuntersuchung eine Oberflächenabdeckung veranlasst, ohne das weitere Untersuchungen durchgeführt werden.**

Für diese Flächen ist in der Sanierung als "priorisierte Sanierungstechnik" die Oberflächenabdeckung einzutragen sowie unter "Sicherungsmaßnahmen" die Größe der abgedeckten Fläche. In der Begründung sind entsprechende Erläuterungen dazu möglich.

Als weiterer Handlungsbedarf sollte "Belassen" festgelegt werden, die Fläche kann als sanierte Altlast geführt werden.

**Die Aufteilung der Sanierungszonen erfolgte bei der Sanierung anders als bei der Sanierungsuntersuchung.**

Die Neuaufteilung der Sanierungszonen muss auch in der Sanierungsuntersuchung aktualisiert werden.



## Branchenblätter zur Altlastenbehandlung

Dipl.-Ing. Antje Sohr (LfUG)

Seit 1994 werden in Sachsen Branchenblätter zur Altlastenbearbeitung erarbeitet. Diese beschreiben die Altlastenrelevanz einer bestimmten Branche und fassen die dazu vorhandenen Erfahrungen zusammen. Ziel ist es, Arbeitsmittel für Ingenieurbüros und Umweltbehörden zu schaffen, die bei der Bearbeitung eines Altstandortes einer entsprechenden Branche zu einer effektiveren Bearbeitung führen.

Die Auswahl der Branchen wird durch die Bedeutung der Branche hinsichtlich der Entstehung von Kontaminationen, die Häufigkeit von Standorten oder auch durch die Strittigkeit bei der Altlastenrelevanz bestimmt.

Die Branchenblätter sind über folgender Internetadresse abrufbar:

<http://www.lfug.de/veroeffentlichungen/verzeichnis/Abfall-Altlasten/salfaWeb/salfweb-nt/index.html>

Folgende Branchenblätter sind eingestellt:

- Branchenblatt 1: Friedhöfe
- Branchenblatt 2: Gaswerke und Kokereien
- Branchenblatt 3: Gießereien
- Branchenblatt 4: Tankstellen
- Branchenblatt 5: Holzimprägnierstandorte
- Branchenblatt 6: Galvanikstandorte
- Branchenblatt 7: Agro-chemische Zentren
- Branchenblatt 8: Chemische Reinigungen
- Branchenblatt 9: Färbereien
- Branchenblatt 10: Lederverarbeitung/Gerbereien
- Branchenblatt 11: KfZ-Werkstätten

Die Branchenblätter 12-15 sind derzeit noch nicht in Papierform veröffentlicht und befinden sich in Vorbereitung.



## Studie Ermittlung von Wertminderungen bei altlastenbehafteten Grundstücken

Dipl.-Ing. Peter Börke (LfUG)

Altlasten auf innerstädtischen Brachflächen stellen immer noch ein großes Problem bei der städtischen Entwicklung und der Wiedereingliederung solcher Flächen in einen normalen Wirtschaftskreislauf dar. Das LfUG hat eine Studie in Auftrag gegeben, die sich mit der umweltfachlichen Bewertung altlastenbehafteter Grundstücke, insbesondere mit der Auswirkung des "Minderwertes Altlast" auf den aktuellen Verkehrswert auseinandersetzt.

Dabei konnte anhand bereits vorliegender Erfahrungen zu dieser Thematik nachgewiesen werden, dass nicht immer "Unsummen" für die Bewältigung des Altlastenproblems anfallen und somit altlastenbehaftete Grundstücke teilweise gute Chancen zur Vermarktung besitzen. Anhand dreier Beispiele konnte die Bewertung des Minderwertes "Altlast" anhand abgeschätzter Sanierungskosten anschaulich dargestellt werden. Dabei zeigte sich, dass bei der Festlegung der Sanierungsszenarien und der Sanierungsziele die beabsichtigte Nachnutzung eine große Rolle spielt. Wichtig ist außerdem die Einordnung solcher Bewertungen in das vorhandene Untersuchungsniveau, z.B. bei bereits veranlassten Altlastenuntersuchungen und den damit existierenden Kenntnisstand.

Ziel der Bearbeitung war außerdem die Verwendbarkeit dieser methodischen Grundlage als Entscheidungsgrundlage der zuständigen Institutionen für Umwelt- und Wirtschafts- und Finanzpolitik.

Die von der GICON GmbH Dresden angefertigte Studie **"Marktorientierte Bewertung altlastenbehafteter Grundstücke - Methodische Grundlagen für die Ermittlung der Minderung des Verkehrswertes und daraus resultierende umwelt- und wirtschaftspolitische sowie finanztechnische Konsequenzen"** kann im Altlastenfachinformationssystem SALFA-WEB des Freistaates Sachsen im Internet eingesehen oder heruntergeladen oder direkt per e-mail an: [Peter.Boerke@lfug.smul.sachsen.de](mailto:Peter.Boerke@lfug.smul.sachsen.de) vom LfUG angefordert werden.



## **Das Material der ALA-AG "Qualitätssicherung in der Altlastenbehandlung" zur Erprobung in den Ländern (Phase 2/3, Fassung 10/2000)**

Dr. rer.nat. Wolfgang Huhn (LfUG)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat Grundwasserschutz/Altlasten

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Referat Altlasten

### **Vorbemerkungen**

Nach jahrelanger intensiver Tätigkeit der AG "Qualitätssicherung in der Altlastenbehandlung" (AG-QS) mit dem Ziel, Richtlinien für die qualitätsgerechte Erkundung altlastenverdächtiger Flächen zu erarbeiten ist nun ein Stand erreicht, an dem der Altlastenausschuss der LABO dieses Material zur Erprobung in den Ländern empfiehlt. Behandelt werden 8 wesentliche Teilthemen:

1. Untersuchungsstrategie
2. Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben
3. Probenbehandlung
4. Vor-Ort-Analytik
5. Chemische analytische Untersuchungen von Altlastenproben - Laborverfahren
- 5a Biologische Verfahren in der Laboranalytik bei Altlasten
6. Interpretation und Beurteilung der Untersuchungsergebnisse
7. Simulation von Grundwasserströmungs- und Transportprozessen

Die Bearbeitung erfolgte in der Verantwortung einzelner Bundesländer bzw. des Umweltbundesamtes, wobei Sachsen für die Teilthemen "Vor-Ort-Analytik" und "Simulation von Grundwasserströmungs- und Transportprozessen" zuständig war.

### **Einordnung in die Altlastenmethodik**

Die Richtlinien ordnen sich in die Schriftenreihe "Materialien zur Altlastenbehandlung" ein. Sie unterscheiden sich durch

- bundesweite Abstimmung und
- aktuellsten Sachstand.

Eine Übereinstimmung mit der BBodSchV wurde hergestellt.

Die Teilthemen "Untersuchungsstrategie" (1), "Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben" (2) und (teilweise) "Probenbehandlung" (3) werden auch im Materia-



lienband 3/1998 "Probenahme bei der Technischen Erkundung von Altlasten" abgehandelt. Dieser Band berücksichtigt den Sachstand der AG-QS von 1997. Er ist weiterhin dort zu verwenden, wo er detaillierte Empfehlungen zur Durchführung und Dokumentation von Untersuchungen enthält.

Das Teilthema "Vor-Ort-Analytik" (4) stellt eine reduzierte und redaktionell überarbeitete Fassung des Sächsischen Materialienbandes "Vor-Ort-Analytik" von 1999 dar. Insofern ist der Materialienband auch weiterhin die ergiebige Informationsquelle und ohne Einschränkungen zu nutzen.

Mit dem Teilthema "Chemische analytische Untersuchungen von Altlastenproben-Laborverfahren" (5) wurde eine empfindliche Lücke in der Altlastenbehandlung geschlossen. Bewusst wurde auf einen eigenen Materialienband verzichtet, weil hier nur eine bundesweit einheitliche Vorgehensweise sinnvoll und auch problemlos realisierbar ist.

Im Teilthema "Biologische Verfahren in der Laboranalytik bei Altlasten" (5a) erfolgte eine umfassende Zusammenstellung der gegenwärtigen Einsatzmöglichkeiten und -grenzen dieser ergänzenden Untersuchungsmethoden zur Altlastenerkundung. Die mit dem Materialienband 7/1995 von Baden-Württemberg übernommene Fassung "Altlastenerkundung mit biologischen Methoden" wird damit ergänzt und fortgeschrieben, wobei die ausgewerteten Praxiserfahrungen an Modellstandorten und das passive Monitoring auch zukünftig von Bedeutung sind.

Das Teilthema "Simulation von Grundwasserströmungs- und Transportprozessen" (7) basiert vor allem auf den diesbezüglichen Materialienbänden von Sachsen, integriert aber auch die im Rahmen einer Unterarbeitsgruppe geleisteten Zuarbeiten von Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Die Materialienbände sind neben der Empfehlung der ALA-AG "Qualitätssicherung" weiterhin zutreffend und untersetzen das Thema in unterschiedlichem Maße. Während der Band 4/1997 ("Simulation von Grundwasserströmungs- und -transportprozessen im Rahmen der Altlastenbehandlung/Lockergestein, Festgestein und ungesättigte Zone") eine Gesamtsicht bietet, werden in den Bänden 5/97 (ungesättigte Zone), 6/97 (Lockergesteinsgrundwasserleiter), 7/97 (Festgesteinsgrundwasserleiter) und 8/97 (ausgewählte public-domain Software) Teilaspekte vertieft.

Das Teilthema "Interpretation und Beurteilung der Untersuchungsergebnisse" (6) nimmt eine gewisse Sonderstellung ein. Es bietet eine wertvolle Hilfe zur Qualitätssicherung bei der Interpretation von Untersuchungsergebnissen hinsichtlich ihrer Plausibilität und Zuverlässigkeit. Die Einbeziehung dieser Ergebnisse in der Gefährdungsabschätzung wird nur sehr allgemein dargestellt und ersetzt nicht die in den Handbüchern zur Altlastenbehandlung in Sachsen vorgegebene Vorgehensweise.

### **Anwendung in der Altlastenpraxis und Auswertung der Erprobung**

Das von der ALA-AG "Qualitätssicherung" erarbeitete Material ist in Verbindung mit den einschlägigen Materialbänden als Qualitätskriterium für eine "gute Altlastenpraxis" bei der Erkundung von altlastenverdächtigen Flächen in Sachsen anzuwenden. Dies bedeutet, dass

bei der Ausschreibung auf das Material hinzuweisen ist und Angebote und Leistungen auch danach zu beurteilen sind, inwieweit sie diesen Qualitätskriterien entsprechen.

Anfragen und Hinweise sind an die zuständigen Staatlichen Umweltfachämter zu richten und werden von dort bei Bedarf an das Referat Altlasten des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie weitergeleitet. Nach einem Zeitraum von etwa 2 Jahren (Ende 2002) werden die gewonnenen Erfahrungen vom LfUG mit den StUFÄ ausgewertet und in die bundesweite Überarbeitung bzw. Ergänzung eingebracht.



## **Arbeitshilfe zur Bearbeitung von Verdachtsflächen/AVFL und SBV/Altlasten nach BBodSchG des LfU Baden-Württemberg**

Dr.-Ing. Erik Nowak (LfUG)

Der Regelablauf nach BBodSchG und BBodSchV wird in der Veröffentlichung des LfU Baden-Württemberg zusammenführend und themenbezogen dargestellt. Die Arbeitshilfe wendet sich dabei an alle, welche mit der systematischen Bearbeitung von schädlichen Bodenveränderungen/Altlasten befasst sind, insbesondere an Behörden und Fachbüros.

Anhand von Ablaufdiagrammen, die in den jeweiligen Kapiteln näher erläutert werden, sind die Regelungen des stofflichen Bodenschutzes und der Altlastenbearbeitung dargestellt. Die einzelnen, stufenweise aufeinander aufbauenden Untersuchungsschritte werden wirkungspfadbezogen und die Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse nach jeder Bearbeitungsstufe dargestellt.

Ablaufdiagramme zur Durchführung der Sanierungsuntersuchung und Sanierungsplanung sowie zur Gefahrenabwehr schließen sich daran an.

Kapitel 1 und 2 der Arbeitshilfe behandeln die Zielsetzung, den inhaltlichen Aufbau sowie die Grundlagen der Bodenschutz- und Altlastenbearbeitung unter Berücksichtigung der spezifischen Vorgehensweise in Baden-Württemberg.

Im Kapitel 3 wird die Strategie zur stufenweisen Bearbeitung entwickelt.

In den Kapiteln 4 bis 9 werden die Vorgaben der Verordnung zur Sachverhaltsermittlung sowie zur Abwehr von Gefahren behandelt.

In den Ablaufdiagrammen zu den einzelnen Kapiteln wird auf relevante Unterlagen, wie z.B. DIN-Normen, verwiesen, die für die Probennahmeplanung und die Bearbeitung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten besonders wichtig sind. Damit wird versucht, die verstreuten Regelungen auf die für die Praxis wesentlichen Themenschwerpunkte zu konzentrieren und eine zusammenfassende Darstellung zu gewährleisten.

Die Broschüre kann zum Preis von 18 DM bezogen werden bei:

Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim  
Druckerei, Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim  
Telefax: 0621-3983370



## Grundzüge eines Leistungsverzeichnisses für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser in der orientierenden Untersuchung

Dr. rer. nat. Günter Kiesel (StUFA Leipzig)

*Vortrag auf der Landesfachgruppe Altlasten I / 2001 (Mai 2001)*

Die Maßgaben der BBodSchV umzusetzen bedeutet im Rahmen der Orientierenden Untersuchung (OU) Anhaltspunkte für einen Altlastenverdacht zu konkretisieren (§ 3, Abs. 4) und insbes. eine Bewertung der Untersuchungsergebnisse anhand von Prüfwerten vorzunehmen (§ 4, Abs.1).

Fachtechnisch ist für die Untersuchungsleistungen, sowohl bei der Leistungsabfrage als auch bei einem Angebot, über die zielführendste Vorgehensweise im konkreten Einzelfall zu entscheiden.

Zur Beurteilung des Pfades Boden-Grundwasser stehen neben der „klassischen“ Grundwasseruntersuchung und der direkten Sickerwasserbeprobung auch Elutionsuntersuchungen an Bodenproben dafür zur Verfügung. Ziel dieser Untersuchungen ist, sofern sie nicht unmittelbar am Ort der (rechtlichen) Beurteilung durchgeführt werden, zu prognostizieren, ob insbes. die Prüfwerte am Ort der Beurteilung über- oder unterschritten werden.

Die Unsicherheiten im praktischen Umgang mit diesem Instrumentarium vor dem gesetzlichen Hintergrund, erfordern eine Konkretisierung der Leistungsinhalte.

Folgende Eckpunkte für Leistungsanfragen/Angebote zur OU – Pfad Boden-Grundwasser sind zu beachten:

### **1. Überprüfung der Aktualität/Erarbeitung der Untersuchungsgrundlagen auf Basis der HE**

(geologisches Standortmodell, hydrogeologische Verhältnisse, relevante Kontaminationsparameter, Überprüfung der Schadstoffeintragszeiträume und vermutlicher Lage der Kontaminationsfront, Anstromqualität des Grundwassers, Hintergrundbelastung)

### **2. Ableitung des Untersuchungsprogramms**

In Abhängigkeit von 1. ist eine standortbezogene Untersuchungsstrategie zu erarbeiten, die folgenden technischen Maßnahmen zur Untersuchung der Umweltmedien Grundwasser, Sickerwasser und Boden bzw. Kombinationsvarianten dieser umfassen sollte:

## 2.1 Grundwasseruntersuchungen

[Zielstellung: Messung der höchsten Schadstoffkonzentration im oder möglichst nahe am Ort der Beurteilung]

- a) Grundwassermessstellen (Regeluntersuchung bei Altablagerungen bzw. verhältnismäßigste Option bei Altstandorten bei Bohrteufen z. B. < 5m im Lockergestein):
  - Anzahl der Messstellen (in Abhängigkeit der Kenntnisse zur Hydrodynamik am Standort),
  - Ausbau der Messstellen (in Abhängigkeit der hydrogeologischen Verhältnisse und der Schadstoffe) , i.d.R. als 2“ GWM
  - Laufende Überprüfung insbes. des geol./hydrogeol. Modells
- b) Stichtagsmessung und Darstellung in einem Hydroisohypsenplan (ab 3 geeigneten Messstellen) bzw. Aktualisierung der Grundwasserfließrichtung
- c) GW-Probenahme:
  - Schöpfprobe oder ggf. Pumpprobe bzw. Festlegung der Probenahmebedingungen in Abhängigkeit der schadstoffspezifischen Eigenschaften z.B. der Probenahmetiefe bei spezifisch schweren LHKW oder leichten BTEX oder Mineralölen
- d) Laborative Untersuchung der GW-Proben auf die entscheidungserheblichen Schadstoffe
- e) Bewertung des Kontaminationssachverhaltes der Altlastenverdachtsfläche i.d.R. durch Abgleich von An- und Abstromwerten.

Überprüfung, ob die Gehalte im Abstrom bzw. die Differenz zwischen An- und Abstrom den Prüfwert nach Anh. 2, Nr. 3 BBodSchV überschreitet und bei Repräsentativität der Untersuchungsergebnisse für den Ort der Beurteilung ein hinreichender Verdacht i. S. von § 3, Abs. 4 BBodSchV vorliegt.

## 2.2 Direkte Messung der Sickerwasserkonzentration

[Ziel: unmittelbare Messung der Schadstoffkonzentration(en) im Schadstoffherd/ in Anreicherungshorizonten (Höchstgehalte am Ort der Probenahme) am Ort der Beurteilung]

- a) ggf. notwendige Sondierungen zur Ermittlung des Ortes der Beurteilung und der Probenahme, Schichtenverzeichnisse, ggf. Feldansprache des Tongehaltes und pH-Schnelltest
- b) Errichtung von Sickerwassermessstellen insbes. bei Sickerwassereinstau in Altablagerungen oder StauhORIZONTEN i. d. ungesättigten Bodenzone in sonstigen Fällen
- c) Temporäre Entnahme von Bodenhaft-/ Sickerwasser insbes. mittels Saugkerzen oder Sickerwasserlanzen
- d) Probenahme an oberflächlichen Sickerwasseraustrittsstellen

- e) ggf. Entnahme von Feststoffproben (Ort der Probenahme) zur Emissionsabschätzung
- f) Laborative Untersuchung der Sickerwasser- und ggf. Feststoffproben auf relevante Kontaminanten
- g) Direkter Vergleich der für den Ort der Beurteilung repräsentativen Untersuchungsergebnisse des Sickerwassers mit den Prüfwerten.

### **2.3 Ermittlung von Sickerwasserkonzentrationen aus Material/Bodenproben**

[soweit Untersuchungen nach 2.1 und 2.2 nicht möglich/verhältnismäßig sind]

- a) Beprobung (Ort der Probenahme ist i. d. R. die ungesättigte Bodenzone)
  - Anzahl, Dimensionierung und Teufe von Schürfen/Sondierungen zur Bestimmung/Überprüfung des Ortes der Probenahme, Schichtenverzeichnisse, ggf. Feldansprache insbes. des Tongehaltes und pH- Schnelltest
  - Anzahl, Dimensionierung und Teufe von Schürfen/Sondierungen zur Probenahme
  - Probenahme
  - Probenmenge entsprechend notwendiger Laboruntersuchungen und vorliegender Bodenart
  - ungestörte Probenahme primär mittels Liner
  - gestörte Probenahme bei insbesondere bindigen Böden
- b) Untersuchung der Schadstoffkonzentration im Feststoff und Auswahl der Proben für die Elution
- c) Eluatgewinnung
  - anorganische Parameter ( Bodensättigungsextrakt, S 4 Elution, pH-stat Elution)
  - organische Parameter (Säulenversuch nach DIN V 19736 bzw. verifizierter Methodenvorschlag des Landesumweltamt Nordrhein Westfalen: Merkblatt Nr. 20)
  - Dokumentation der Versuchsbedingungen, insbes. Durchflussrate, Einstellung der Gleichgewichtskonzentration und Versuchsdauer
- d) Eluatuntersuchung auf die Schadstoffparameter
- e) Bewertung/Ableitung der Sickerwasserkonzentration bzw. der Schadstofffracht (bei organischen Schadstoffen nach Punkt 7 DIN V 19736) am Ort der Probenahme

## **3. Auswertung der Untersuchungsergebnisse gemäß Zielstellung der OU**

### **3.1 Sickerwasserprognose - Prognose/Abschätzung der Prüfwertrelevanz einer Sickerwasserkonzentration**

[Ziel: Abschätzung der Konzentrationsentwicklung eines maßgeblichen Schadstoffes im Sickerwasser bei der Passage der ungesättigten Bodenzone vom Probenahmeort bis zum Ort der Beurteilung]

### **3.1.1 Emissionsabschätzung (Abschätzung des Schadstoffaustrages am durch den Ort der Probenahme repräsentierten Kontaminationsschwerpunkt)**

- a) Abschätzung der Schadstoffmenge aus HE (Ausgangsmengen) und Schätzung des kontaminierten (Boden)Volumens aus Felduntersuchungen und Feststoffgehalten
- b) Abschätzung der jährlich ausgetragenen Schadstoffmenge und resultierender Dauer des Schadstoffaustrages (Übertragung der im Eluat gelösten Mengen auf die jährliche Sickerwasserrate und Abschätzung der Jahresfracht sowie verbleibender Schadstoffmengen im Boden)

### **3.1.2 Transportabschätzung – Konzentrationsänderung während der Bodenpassage**

- a) Plausibilitätsbetrachtung, ob die nach 2.2 und 2.3 ermittelte Sickerwasserkonzentration allein aufgrund neu hinzutretender Sickerwassermengen insbesondere aus Niederschlägen eine Verdünnung unterhalb der Prüfwerte am Ort der Beurteilung erfährt. Wenn ja und unter Berücksichtigung von 3.1.1 a) keine Prüfwertüberschreitung zu begründen ist, liegt kein hinreichender Altlastenverdacht vor.
- b) Abschätzung der Sickerwasserkonzentration während der Bodenpassage, wenn der Prüfwert nach 3.1.1 b) erreicht oder überschritten wird.
  - Grundlage: geologisches Modell (aktualisiert aus Felduntersuchungen)
  - Bewertungskriterien:
    - Standortfaktoren (insbes. Versiegelung, Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes und Grundwasserflurabstand- differenziert von gering bis hoch)
    - Schadstoffverhalten
      - Biol. Abbaubarkeit org. Verbindungen – differenziert von gering bis hoch
      - Mobilität org. Verbindungen – differenziert von gering bis hoch
      - Mobilität anorganischer Verbindungen – differenziert von gering bis hoch (Berücksichtigung insbes. von Tongehalten und Grenz-pH des Bodens – vgl. DVWK-Merkblatt 212/88 ggf. nach Feldansprache)
  - Abschätzung der Sickerwasserkonzentration für jede relevante Bodenschicht bis zum Ort der (rechtlichen) Beurteilung auf o.g. Grundlage - mindestens verbalargumentativ
- c) Prognose der Sickerwasserkonzentration am Ort der Beurteilung

## **3.2 Vergleich mit Prüfwerten und Bewertung**

### **3.2.1 Vergleich der Sickerwasserkonzentration am Ort der Beurteilung mit gesetzlichen oder abgeleiteten Werten nach Anh. 2, Nr. 3 BBodSchV**

### **3.2.2 Plausibilitätsprüfung unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung**

**3.2.3 Besondere Begründung eines Gefahrenverdachtes bei Unterschreiten/Erreichen der Prüfwerte (Kontaminationssituation, Ausbreitungswege von Schadstoffen, Schutzobjekte, Nutzungen)**

**3.3 Ableitung des weiteren Handlungsbedarfes bei vorliegendem konkreten Gefahrenverdacht**

- Detailuntersuchung zur Gefährdungsabschätzung (Vorschlag für Untersuchungsprogramm) oder ggf.
- Altlastenüberwachung (Überwachungsprogramm)

**4. Erfassung der Daten für das SALKA auf elektronische Datenträger**





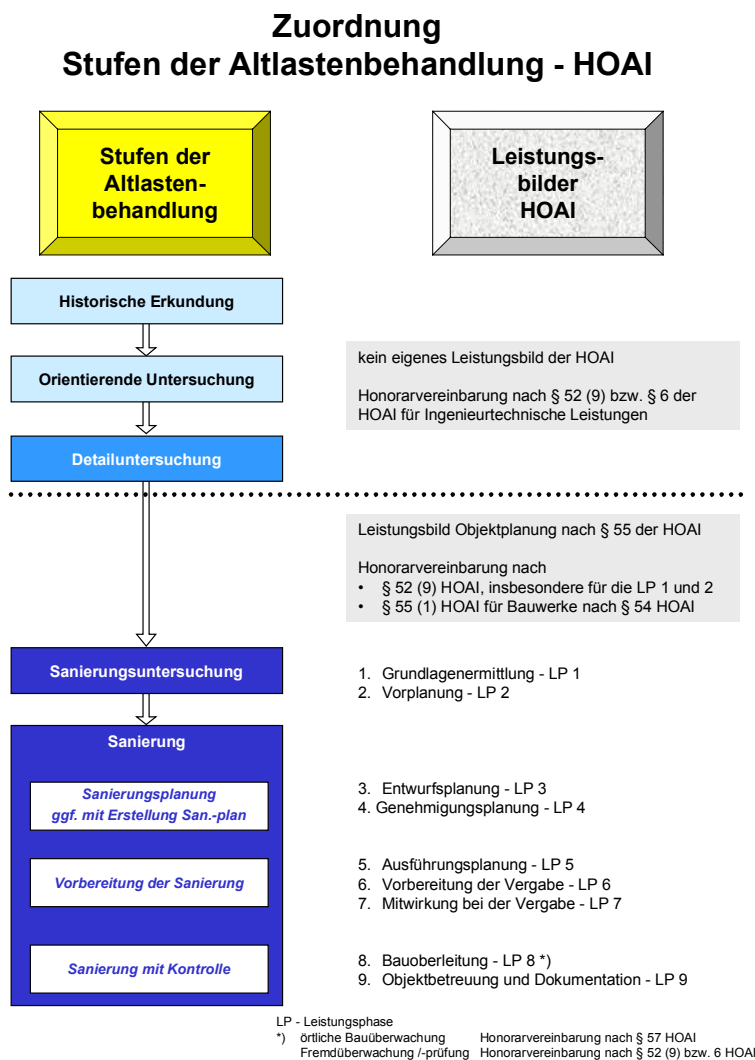
# Abbildung der Altlastenthematik in der HOAI

Dr.-Ing. Erik Nowak (LfUG)

Wiederholt treten Fragen der Vergabe insbesondere bei geförderten Maßnahmen, sowie im Rahmen der Altlastenfreistellung und bei Privaten auf. Das LfUG hat sich in seinem Materialienband 1/98 "Arbeitshilfe Vergabe" bereits grundsätzlich zur Vergabe von Leistungen der Altlastenbehandlung geäußert.

Bezüglich der Honorierung von Ingenieurtechnischen Leistungen wird regelmäßig auf die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) verwiesen. Da die HOAI jedoch keine eigenständigen Regelungen für die Altlastenbehandlung enthält, wird ersatzweise auf den im Entwurf vorliegenden Bericht des Ausschusses der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung e.V. "Untersuchungen für ein Leistungsbild und zur Honorierung für den Planungsbereich Altlasten" vom März 1996 verwendet. Dieser ist jedoch über den Entwurfsstatus nicht hinausgekommen und kann demzufolge nur ersatzweise berücksichtigt werden.

Detailliert geregelt sind jedoch die Planungsleistungen. Diese sind für die ingenieurtechnischen Leistungen der Sanierungsuntersuchung, Sanierungsplanung und Sanierung anwendbar (siehe Abbildung).





## Qualitätssicherung bei der Vergabe von Leistungen im Altlastenbereich

Dipl.-Ing. Gerd Zobel (StUFA Plauen)

*Vortrag auf der Landesfachgruppe Altlasten I / 2001 (Mai 2001)*

Die Leistungen zur Erkundung bzw. Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und / oder Altlasten

- Historischen Erkundung
- Orientierenden Untersuchung und
- Detailuntersuchung

sind im Regelungsbereich der HOAI nicht erfasst. Sofern weder Leistungsbilder noch andere Bestimmungen der HOAI die konkreten Aufgaben des Ingenieurs abbildet, kann das Honorar (Vergütung) für die zu erbringenden Leistungen frei vereinbart werden (z.B. Vertragsparteien vereinbaren eine Regelung im Sinne der §§ 33 und 6 HOAI). Diese Vereinbarung ist aufgrund der unterschiedlichen Interessenlagen der fachlich Beteiligten das eigentliche Dilemma im Altlastenbereich. Eine Folgeerscheinung ist oftmals die Vernachlässigung der bei altlastenspezifischen Untersuchungen so wichtigen, zunächst aber kostenverursachenden Komponente „Qualitätssicherung“. Aber gerade diese Komponente ist zwingend erforderlich, um fehlerhafte bzw. unzutreffende Beurteilungen von Sachverhalten vorbeugen zu helfen.

Die Einhaltung von Qualitätsnormen (auf eine Auflistung derselben wird verzichtet) ist zu vergüten. Sollte der potentielle (öffentliche) Auftraggeber die Angemessenheit von Leistungsvergütungen und sonstiger Aufwendungen für den jeweiligen Einzelfall anhand eigener erworbener Fähigkeiten nicht selbst beurteilen können, kann in Vorbereitung der freihändigen Vergabe eine Anfrage bei geeigneten Bewerbern zu einem verwertbaren Ergebnis führen, sofern im Vorfeld sichergestellt wurde, dass diesen Bewerbern eine qualifizierte Leistungsbeschreibung zur Verfügung gestellt worden ist.

Geeignete Bewerber werden im allgemeinen nach den Kriterien Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit ausgewählt. Da aber insbesondere im Altlastenbereich jeder Einzelfall ein unterschiedlich hohes Maß an Sachverstand und Qualifikation erfordert, sollten daher bei entsprechenden Leistungsanfragen nur Aufwandskalkulationen von Bewerbern in die engere Vergabeentscheidung einbezogen werden, welche eine einwandfreie, sach- und qualitätsgerechte Ausführung inklusive Gewährleistung erwarten lassen. Erst nach dieser Prüfung sollte eine Vergabe der Leistungen nach dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit erfolgen (Abwägung / Bewertung des optimalen Verhältnisses hinsichtlich der erwarteten Leistungen in Verbindung mit den hierfür kalkulierten Aufwendungen).

An dieser Stelle wird auf die nachfolgend aufgeführten weiterführenden Materialien zur Vergabe von Leistungen bei der Altlastenbehandlung verwiesen (Auszug):

Jahr	Titel	Herausgeber
1998	Arbeitshilfe für die Vergabe von Leistungen zur Altlastenbehandlung	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
1999	Projekthandbuch zum Altlastenfreistellungs-Controlling Freistaat Sachsen	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
1996	Arbeitshilfen Altlasten zur Anwendung der baufachlichen "Richtlinien für die Planung und Ausführung der Sicherung und Sanierung belasteter Böden" des BMBau für Liegenschaften des Bundes	Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bundesministerium der Verteidigung
1998	Leistungsbuch Altlastensanierung & Flächenentwicklung	Landesumweltamt Nordrhein – Westfalen
1996	Untersuchungen für ein Leistungsbild und zur Honorierung für den Planungsbereich Altlasten	Ausschuss der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung e.V. (AHO)
1999	Arbeitshilfe - A 1 – 1 ENTWURF Vergabe und Honorierung von Gutachter-, Ingenieur- und Planungsleistungen im Altlastenbereich	Ingenieurtechnischer Verband Altlasten (ITVA)
1994	Altlastenbearbeitung Ausschreibungs- und Vergabepaxis	Borries / Pfaff-Schley

Ergänzend sei hier hinzugefügt, dass die Regelungen nach § 18 BBodSchG (Sachverständige und Untersuchungsstellen) auf Länderebene noch nicht umgesetzt sind.

Zum Thema „Qualitätssicherung“ ist im nächsten „Altlasten – Aktuell“ ein untersetzender Artikel vorgesehen. Im Vorgriff dazu können folgende Leitsätze offeriert werden:

- Beginn der Qualitätssicherung mit sachgerechter Formulierung der Aufgabenbeschreibung
- Kritische Prüfung der Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit potentieller Bewerber unter Beachtung der Schwierigkeit bzw. besonderer Anforderungen (Einzelfallbetrachtung)
- Fachkompetente Bewertung von Leistungsangeboten (Gewichtung qualitativer Unterschiede, Angemessenheit und Machbarkeit, Bewerbergespräch etc.)
- Aktive Information und Kommunikation zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer sowie fachlich Beteiligter während der Projektbearbeitung.



## Honorierung von Ingenieur- und Gutachterleistungen - Welchen Preis muss Qualität haben?

Dipl.-Ing. Veiko Kloppenburg (Prof. Burmeier Ingenieur-Gesellschaft mbH, Chemnitz)

*Vortrag auf dem ITVA-Symposium Altlasten am 29.-30.03.2001 in Osnabrück*

Nicht nur aus der Sicht des Verfassers ist die Frage der Honorierung von Ingenieur- und Gutachterleistungen nach wie vor ein brennendes Thema. Bundesweit beklagen sich Vertreter der Ingenieur- und Gutachterseite über unangemessen niedrige Honorare, nicht transparent oder ungerecht geführte Vergabeverfahren, ungerechtfertigte Nachforderungen der Auftraggeber und schleppende bzw. ausbleibende Zahlungen. Seitens der Auftraggeber hingegen werden unvollständige Angebote, nicht nachvollziehbare Honorare, schlechte Qualität der Leistungen, unangemessene Nachträge und nicht transparente Abrechnungen bemängelt.

Zusammengefasst lässt sich aus den vorstehenden, weit auseinander liegenden Standpunkten ableiten, dass es unterschiedliche Auffassungen gibt, in welcher Höhe Honorare als angemessen und auskömmlich in Bezug auf ein definiertes Qualitätsziel anzusehen sind.

Eine wesentliche Grundlage für die Honorierung von Ingenieur- und Gutachterleistungen in der Altlastensanierung stellt die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) dar. Entgegen häufig geäußelter Auffassungen sind altlastenspezifische Leistungen sehr wohl in der HOAI verankert. So führt § 54 der HOAI im Teil VII (Leistungen bei Ingenieurbauwerken und Verkehrsanlagen) u. a. die im Folgenden dargestellten Planungsobjekte auf:

- Hausmüll- und Monodeponien
- Abdichtung von Altablagerungen und kontaminierten Standorten
- Schlitz- und Bohrpfahlwände
- Trägerbohlwände
- Wasseraufbereitungsanlagen mit physikalischen und chemischen Verfahren
- Einfache Grundwasserdekontaminationsanlagen
- Sonderabfalldeponien
- Anlagen zur Behandlung kontaminierter Böden
- Komplexe Grundwasserdekontaminierungsanlagen
- Pyrolyseanlagen.

Vorstehende Aufzählung zeigt, dass über die Objektliste für Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen die ingenieurtechnische Planung für viele Maßnahmen zur Sanierung von Altlasten zweifelsohne in der HOAI geregelt ist.

Bei den in der Objektliste nach § 54 HOAI aufgeführten Planungsobjekten handelt es sich um solche, die der vom Gesetzgeber gewollten Wettbewerbseinschränkung bei Ingenieur- und Gutachterleistungen auf Grund ihres Charakters als geistig-schöpferische Leistungen unterworfen sind. Die hierzu in der HOAI enthaltenen Vergütungsregelungen für diese Leistungen, die auf einem definierten Leistungsumfang, der Höhe der Baukosten und dem Schwierigkeitsgrad der Bearbeitung basieren, sind auf Grund des preisrechtlichen Charakters der HOAI unbedingt einzuhalten. Ein Preiswettbewerb ist für Leistungen, für die die HOAI eine eindeutige Preisbindung vorschreibt, nur im Rahmen der Mindest- und Höchstsätze möglich. Auftraggeber dürfen somit an die Bieter keine Anfragen richten, die darauf abzielen, dass die Mindestsätze der HOAI unterschritten werden sollen bzw. genauso wenig dürfen Bieter ihre Angebote so formulieren, dass die Mindestsätze der HOAI unterschritten werden sollen. Im übrigen weist der Verfasser darauf hin, dass die obenstehende Aufzählung Planungsobjekte beinhaltet, die den Honorarzonen III bis V zugeordnet sind. Schon daraus ergibt sich, dass die Planungsanforderungen im wesentlichen überdurchschnittlich sind und ein entsprechendes Honorar zur Folge haben.

Mit der Sonderregelung des § 52 Abs. 9 HOAI kann für bestimmte Leistungen das Honorar frei vereinbart werden, z. B. als Höchstbetrag auf der Basis der Zeithonorare nach § 6 HOAI. Die eigentlich nur hilfsweise vorgesehene Vereinbarung eines Zeithonorars nach dem nachgewiesenen Zeitbedarf nach § 6 Abs. 2 HOAI sollte möglichst vermieden werden, da hier spätestens im Zuge der Abrechnung Streitigkeiten vorprogrammiert sind. Zu den frei vereinbarenden Leistungen zählen folgende Maßnahmen aus dem Bereich der Altlastensanierung:

- Ausräumen von Altablagerungen
- hydraulische Sanierung von Altablagerungen und
- Leistungen bei kontaminierten Standorten.

Dementsprechend ist für den Fall, dass eine Vereinbarung auf der Grundlage des § 55 HOAI nicht möglich ist, die Anwendung der HOAI erforderlich bzw. möglich. Hierunter fallen dann nicht nur ingenieurtechnische Planungen für die vorstehend angeführten Maßnahmen, sondern auch Ingenieur- und Gutachterleistungen für

- die Erkundung und Bewertung von Altlasten
- die Begleitung von Altlastensanierungsmaßnahmen sowie
- Tätigkeiten im Rahmen von Sondergutachten.

Da der § 52 Absatz 9 HOAI ausschließlich die freie Vereinbarung des Honorars für vg. Maßnahmen regelt, nicht jedoch den Leistungsumfang und das Verhältnis von Leistungsumfang und Honorar, ist der Leistungsumfang noch deutlicher als für in der Objektliste enthaltene Maßnahmen vorzuformulieren.

Für in der Objektliste des § 54 HOAI enthaltene Maßnahmen liegt mit den Grundleistungen des Leistungsbildes des § 55 HOAI eine hinreichend genaue Definition des zu bearbeitenden Leistungsumfanges und die in den einzelnen Leistungsphasen erwarteten Arbeitsziele vor. Natürlich reflektieren die Grundleistungen des Leistungsbildes des § 55 HOAI noch nicht die einzelfallspezifischen Anforderungen. Diese sind u. a. auch unter Berücksichtigung der einschlägigen Kommentierung zur HOAI mit dem Inhalt des Leistungsbildes zu einer brauchbaren Leistungsbeschreibung zusammenzuführen.

Für Planungsleistungen, für die keine Verpflichtung zur Anwendung der Honorarermittlung nach Honorartafeln besteht, bietet es sich an, in Bezug auf die Leistungsbeschreibung genauso zu verfahren. Anders verhält es sich bei Leistungen zur Untersuchung und Bewertung von Altlasten oder für Sondergutachten. Hier ist in Bezug auf den jeweiligen Einzelfall eine eigenständige Leistungsbeschreibung aufzustellen.

Es stellt sich nun noch die Frage, inwiefern eine Leistungsbeschreibung geeignet ist, auch die Qualität der Ingenieur- und Gutachterleistungen zu definieren. Hierzu ist es sinnvoll, sich noch einmal Gedanken über den Qualitätsbegriff bei Ingenieur- und Gutachterleistungen zu machen. Hier ist es leider nicht so einfach, wie bei einem Betonfundament, wo sich die Qualität dieses Fundamentes in folgenden drei Kriterien äußert:

- Fristgerechte Fertigstellung
- zum vereinbarten Preis und
- unter Einhaltung sämtlicher in der Leistungsbeschreibung, den einschlägigen Normen und Gesetzen enthaltenen Vorgaben.

Die Kriterien „fristgerechte Ergebnisvorlage“ und „Einhaltung der vereinbarten Preise“ sind auch für Ingenieur- und Gutachterleistungen ohne weiteres heranziehbar, sofern Fristen und Preise eindeutig vereinbart worden sind. Der Wert der eigentlichen gutachterlichen Leistung ist hingegen differenzierter zu sehen. Er äußert sich z. B. in

- Anwendung normgerechter Probenahme- und Analyseverfahren z. B. nach Anhang 1 BBodSchG
- normgerecht ausgewerteten Schichtenverzeichnissen
- Verwendung normierter Begriffe und Symbole
- Verwendung der richtigen Norm für das entsprechende Bauwerk
- sachgerechte Anwendung von Richtlinien und ATV
- Begründung für von Normen und Richtlinien abweichenden Ausführungen
- Nachvollziehbarkeit und Richtigkeit von Berechnungen
- Strukturierung, Nachvollziehbarkeit und grammatikalische Richtigkeit von Texten
- Richtige Anwendung gesetzlicher Grundlagen u. ä.

Vorstehende Aufstellung lässt sich beliebig weiterführen und verdeutlicht, dass der Wert der Leistung nur an der Stelle undefiniert bleibt, wo es zu beurteilen gilt, „Wie gut ist die Idee/der Lösungsvorschlag des Ingenieurs bzw. Gutachters?“. Doch sogar hierfür gibt es durchaus Bewertungskriterien, nämlich z. B.

- Wirtschaftlichkeit des Lösungsvorschlages
- Umweltverträglichkeit des Lösungsvorschlages
- Wie rasch kann der Vorschlag umgesetzt werden? (wichtig bei Sofortmaßnahmen)
- Können vom Auftraggeber bereitgestellte Baumaterialien mit verwendet werden?

Die vorstehend aufgeführte beispielhafte Aufzählung verdeutlicht, dass der Maßstab zur Bewertung der Frage „Wie gut ist die Idee, der Lösungsvorschlag des Gutachters?“ schon Gegenstand der Leistungsbeschreibung sein muss. Hier bietet sich durchaus als Hilfestellung an, einen Blick in die Kommentierung zu § 9 VOB/A - Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm - zu werfen. Dort wird erläutert, welche Anforderungen an eine

Leistungsbeschreibung bzw. ein Angebot (und damit die zu erbringende Leistung im vorliegenden Fall) zu richten sind, um zu bewerten, inwiefern ein Vorschlag die technisch, wirtschaftlich und gestalterisch beste sowie funktionsgerechteste Lösung einer Bauaufgabe darstellt.

Die Erfahrungen des Verfassers aus der Praxis zeigen, dass derart differenzierte Betrachtungen zur Qualität als ganzheitlichen Ausdruck im Vorfeld der Vergabe von Ingenieur- und Gutachterleistungen in der sogenannten Praxis viel zu selten gemacht werden. Die notwendigen Arbeitshilfen, die Auftraggeber hierin unterstützen, liegen nach Ansicht des Verfassers in großer Zahl vor. Sie umfassen beispielsweise

- die ITVA-Arbeitshilfe K1-1 – Technisch-organisatorische Anforderungen an die qualitätsgesicherte Altlastensanierung
- die ITVA-Arbeitshilfe A 1-1 – Vergabe und Honorierung von Gutachter-, Ingenieur- und Planungsleistungen im Altlastenbereich
- die Untersuchungen für ein Leistungsbild und zur Honorierung für den Planungsbereich Altlasten der AHO-Fachkommission Altlasten
- die Arbeitshilfe für die Vergabe von Leistungen der Altlastenbehandlung des Freistaates Sachsen.

Die vorgenannten Arbeitshilfen existieren schon seit mehreren Jahren, sind für jedermann verfügbar und durch zahlreiche Veröffentlichungen hinreichend bekannt gemacht. Die Einwände selbsternannter Fachleute und Praktiker gegen deren Anwendung sind nach Ansicht des Verfassers Ausdruck einer nicht verständlichen Unbelehrbarkeit. Aber vielleicht bedeutet „Erfahrung“ ja auch „was man die letzten 20 Jahre falsch gemacht hat“. Hier liegt es in der Hand der Auftraggeber, vorgenannten Arbeitshilfen zur Formulierung zielgerichteter, qualitätsorientierter und auf eine angemessene Honorierung abgestellte Leistungsbeschreibung heranzuziehen.

Unter der Voraussetzung derart vorgegebener Arbeitsziele und Qualitätskriterien sollte das Ergebnis einer auf einen wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb ausgelegten Honorarkalkulation im Regelfall ein angemessener und auskömmlicher Preis sein. Gleichfalls sollte eine entsprechende Honorarkalkulation so nachvollziehbar und transparent sein, dass Auftraggeber in der Lage sind, unangemessen niedrige bzw. hohe Angebote zu erkennen und nicht zu akzeptieren. Anderenfalls hätte ein Auftraggeber sonst auch auf die mühsame Beschreibung der Qualitätskriterien verzichten können und nach „alter Erfahrung“ die Leistung vergeben können.

Im Zweifelsfall muss ein mit Niedrigpreisen zum Auftrag gelangter Auftragnehmer mit allen Mitteln zur Erfüllung der vereinbarten (Vertrag) und objektiv festgelegten (BBodSchV etc.) Qualität verpflichtet werden.

Aus vorstehenden Ausführungen geht hervor, dass die Definition der Qualität von Ingenieur- und Gutachterleistungen auf den jeweiligen Einzelfall abgestellt sein muss. Insofern lassen sich dann auch keine allgemeinen Maßstäbe für die Höhe der Honorare ableiten, da hierfür nicht genug Bezugspunkte zur Verfügung stehen.

Anders verhält es sich mit der Honorarermittlung nach den Honorartafeln der HOAI. Die Honorartafeln der HOAI ermitteln das Honorar nach den Kriterien

- anrechenbare Kosten,
- Planungsanforderungen und
- Inhalt des jeweiligen Leistungsbildes.

Über diese drei Kriterien erfolgt bereits die Festlegung einer Qualitätsanforderung, die wiederum direkt im Bezug zur Höhe der Honorare steht.

Im Fall von Ingenieur- und Gutachterleistungen, für die eine freie Honorarvereinbarung vorgesehen ist, besteht die zwingende Notwendigkeit einer eindeutigen und erschöpfenden Leistungsbeschreibung, sofern eine Vergabe der Leistungen im Wettbewerb erfolgen soll. Diese Leistungsbeschreibung muss eindeutige Anhaltspunkte für die erwartete Qualität liefern. Es liegt dann in der Hand der anbietenden Ingenieur- und Gutachterbüros, über eine verantwortungsbewusste Preisbildung ein wirtschaftliches Angebot vorzulegen, das eine Erfüllung der Qualitätsziele zulässt. Eine ausschließlich auf den Erhalt des Auftrages ausgerichtete Low-Budget-Kalkulation ist genauso unverantwortlich wie eine ausschließlich auf den niedrigen Preis schielende Bewertung von Angeboten.

**Es gibt kaum etwas auf dieser Welt, das nicht irgend jemand ein wenig schlechter machen und etwas billiger verkaufen könnte, und die Menschen, die sich nur am Preis orientieren, werden die gerechte Beute solcher Machenschaften.**

**Es ist unklug, zu viel zu bezahlen, aber es ist noch schlechter, zu wenig zu bezahlen. Wenn Sie zu viel bezahlen, verlieren Sie etwas Geld, das ist alles. Wenn Sie dagegen zu wenig bezahlen, verlieren Sie manchmal alles, da der gekaufte Gegenstand die ihm zugedachte Aufgabe nicht erfüllen kann. Das Gesetz der Wirtschaft verbietet es, für wenig Geld viel Wert zu erhalten. Nehmen Sie das niedrigste Angebot an, müssen Sie für das Risiko, das Sie eingehen, etwas hinzurechnen. Und wenn Sie das tun, dann haben Sie auch genug Geld, um für etwas Besseres zu bezahlen.**



JOHN RUSKIN  
engl. Sozialreformer  
(1819 – 1900)

Hier liegt aber nach Ansicht des Verfassers das Heft des Handelns zuerst in der Hand der Ingenieur- und Gutachterbüros, die durch verantwortungsbewusste Honorarkalkulationen für eine Stabilisierung des Qualitätsniveaus zu sorgen und damit einem weiteren Preisverfall entgegenzuwirken

haben. Auftraggeber, die sich auf ganzer Front einem höheren Preisniveau als dem gegenwärtigen, gegenübersehen, mögen sich anfangs darüber noch ärgern. Spätestens wenn sich eine Verbesserung des Qualitätsniveaus einstellt, wird auch auf der Auftraggeberseite begriffen werden, dass höhere Standards bei Ingenieur- und Gutachterleistungen nicht zwangsläufig höhere Gesamtkosten zur Folge haben müssen.

Solange aber Ingenieur- und Gutachterbüros weiterhin ihre gutachterlichen Leistungen für weniger als 100,00 DM pro Stunde verkaufen, Planungsleistungen nach HOAI mit allen denkbaren Tricks für Honorare unterhalb der Mindestsätze vereinbart werden, sich also auf beiden Seiten des Verhandlungstisches genügend Personen einfinden, die bereit sind,



---

Niedrigstpreisleistungen zu vereinbaren, werden die Bemühungen der Fachbehörden, der Fachverbände und berufsständischen Vereinigungen zur Verbesserung der Situation wenig Aussicht auf Erfolg haben. Es reicht nicht, John Ruskin plakativ im Büro an der Wand hängen zu haben. Sein Credo für einen fairen Ausgleich zwischen gelieferter Qualität und gezahltem Preis muss verinnerlicht sein.



## Beurteilung von „Natural Attenuation“- Prozessen im Grundwasser

Dipl. - Ing. Michael Odensaß (Landesumweltamt NRW)

### 1. Einleitung

Nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sind auch Grundwasserverunreinigungen, die von Altlasten oder schädlichen Bodenveränderungen verursacht werden, so zu sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Belästigungen oder Nachteile entstehen. Bei ca. jedem 8. Standort, bei dem in Nordrhein-Westfalen bis Anfang 1999 Sanierungsmaßnahmen erfolgten, wurden aktive Maßnahmen (> 250) zur Sanierung des Grundwassers meist mit sogenannten pump- and treat- Verfahren durchgeführt. Auch bei lange laufenden Grundwassersanierungsmaßnahmen wird das gestellte Sanierungsziel im Grundwasserleiter aufgrund von sich nur sehr langsam auflösenden Schadstoffpools mit lange andauernder Schadstoffnachlieferung häufig nicht oder nur unzureichend erreicht. I. d. R. sind diese Maßnahmen langjährig mit einem hohem energetischen und finanziellen Aufwand verbunden.

Unter bestimmten Randbedingungen kann das Gefahrenpotential von Schadstoffen im Grundwasser auch durch natürlich ablaufende Prozesse vermindert werden. In den USA wird dieses Thema unter dem Begriff "Natural Attenuation" bzw. "Monitored Natural Attenuation" seit ca. fünf Jahren intensiv diskutiert und im Rahmen von Forschungsarbeiten und Demonstrationsprojekten untersucht. Unter bestimmten Randbedingungen und bei kleineren Projekten hat "Monitored Natural Attenuation" in einigen Staaten der USA als „Sanierungskomponente“ Eingang in die Praxis gefunden.

Auch in Deutschland wird in der letzten Zeit im Zusammenhang mit der Sanierung von Altlasten verstärkt diskutiert, welche maßgebenden Prozesse das natürliche Selbstreinigungs- bzw. Rückhaltevermögen ausmachen, wie diese nachgewiesen und prognostiziert werden können und inwieweit diese Prozesse bei der Gefahrenbeurteilung, der Beurteilung der Sanierungsnotwendigkeit oder im Rahmen von Sanierungsstrategien rechtlich und fachlich berücksichtigt werden können [3] [6] [8] [9] [11].

### 2. Definition

Eine bundesweit gültige Definition für Natural Attenuation und konkrete Anforderungen bzgl. einer Eingliederung (Implementierung) in die Bearbeitungsschritte im Zusammenhang mit Altlasten stehen noch aus. Nachfolgend wird der derzeitige Diskussionsstand bzgl. einer inhaltlichen Abgrenzung und ersten vorläufigen Anforderungen wiedergegeben.

Natural Attenuation steht für natürlich ablaufende Prozesse in Boden und Grundwasser, durch die ohne äußere Eingriffe die Menge, Toxizität, Mobilität, das Volumen oder die Konzentration von Schadstoffen in den Umweltmedien verringert werden.

Daneben können Natural Attenuation- Prozesse auch (z. B. durch Zugabe von Sauerstoff etc.) stimuliert, unterstützt oder beschleunigt werden. Wenn sich dies auf ein kurzzeitiges Eingreifen ohne andauernden betrieblichen Aufwand beschränkt, wird dieser Prozess als Enhanced Natural Attenuation bezeichnet. Dagegen werden aktive Maßnahmen mit einem langfristigen betrieblichen Aufwand den technischen „in-situ Maßnahmen“ zugeordnet.

(Enhanced) Natural Attenuation basiert generell auf folgenden Prozessen, die je nach den vorhandenen Randbedingungen unterschiedlich stark und unterschiedlich schnell ablaufen können:

- Biologischer Abbau oder Umbau organischer Schadstoffe
- Lösung und Verdünnung von Schadstoffen in Sicker- und Grundwasser
- Ausfällungs- oder Lösungsprozesse anorganischer Stoffe mit dem Effekt der Zerstörung von Schadstoffen (Redoxreaktionen, Dechlorierung)
- Diffusion im Grundwasser aufgrund von Konzentrationsunterschieden
- Adsorption an organischen und anorganischen Bodenbestandteilen
- Ausgasungen flüchtiger Stoffe.

Der biologische Abbau kann als nachhaltig bezeichnet werden, während andere Prozesse je nach Randbedingungen ggf. auch reversibel sein können. Eine besondere Schwierigkeit stellt die Ermittlung und Quantifizierung der maßgebenden Prozesse im Einzelfall dar. Insbesondere erweist es sich in der Praxis als schwierig, abiotische von den biotischen Prozessen zu unterscheiden und die im Einzelfall wirksamen biologische Abbauraten zu ermitteln.

Falls vor allem Verdünnungsprozesse eine maßgebende Verminderung der Schadstoffkonzentration im Untergrund bewirken, ist der „Natural Attenuation“- Prozess sehr kritisch zu beurteilen.

### **3. Erfahrungen**

#### **3.1 Stand der Erkenntnisse**

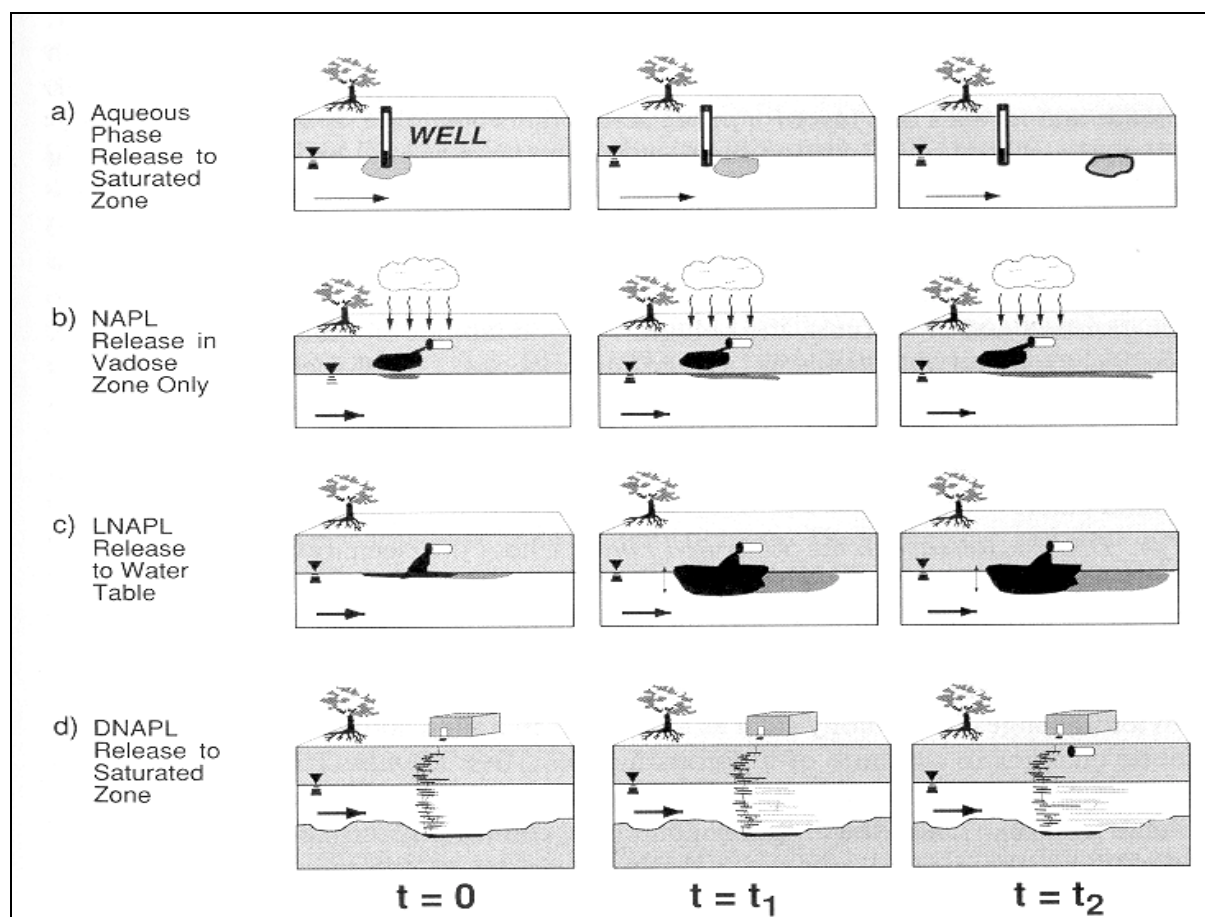
Um die bei Natural Attenuation stattfindenden einzelnen Prozesse Advektion, Dispersion, Lösung, Sorption, Desorption abschätzen zu können, ist es zunächst erforderlich, den in vielen Fällen bedeutendsten Prozess Bioabbau zu quantifizieren.

Der biologische Abbau kann unter aeroben oder unter anaeroben Bedingungen erfolgen [6] [11] [15].

Viele organische Verbindungen (BTEX, MKW, Phenole, Naphthalin, niedrig chlorierte CKW) werden unter aeroben Bedingungen oxidiert und von den Mikroorganismen als kohlenstoff- und energielieferndes Substrat benutzt. Wenn der zur Verfügung stehende Sauerstoff verbraucht ist, werden unter anaeroben Bedingungen, soweit vorhanden, zunächst Nitrat, dann

Eisen- und Manganoxide und Sulfat reduziert. Erst wenn alle Elektronenakzeptoren verbraucht sind, findet die methanogene Umsetzung von organischen Verbindungen statt (d. h. eine Umsetzung zu  $\text{CO}_2$  und Methan).

Sehr viele chlorierte Verbindungen (z. B. höher chlorierte CKW) werden im Gegensatz dazu nur schlecht unter aeroben Bedingungen abgebaut. Hier ist die reduktive Dehalogenierung der effektivere Abbauprozess. Zum einen werden die chlorierten Verbindungen direkt als Elektronenakzeptoren genutzt, zum anderen kann die reduktive Dehalogenierung auch durch andere Elektronendonatoren (z. B. Toluol, Methanol) wahrscheinlich durch Fermentierung mit Entstehung von Wasserstoff erfolgen. Daneben führt auch der Kometabolismus zur reduktiven Dehalogenierung. Dabei werden im Zuge des Abbaus einer anderen organischen Verbindung CKW nebenbei durch entstehende Enzyme mit umgesetzt.



- a) Eintrag von in Wasser gelösten Schadstoffen ins Grundwasser
- b) Freisetzung von Schadstoffen in Phase nur in der ungesättigten Bodenzone
- c) Freisetzung von Schadstoffen in Phase mit geringerer Dichte als Wasser (LNAPL) ins Grundwasser an der GW Oberfläche
- d) Freisetzung von Schadstoffen mit größerer Dichte als Wasser in die gesättigte Bodenzone

**Abb. 1: Szenarien nach Art der Quelle differenziert für die Schadstoffausbreitung über eine Grundwasser-Verunreinigungsfahne (aus [15])**

Von maßgebender Bedeutung für Natural Attenuation- Prozesse sind die Art der Schadstoffquelle und die Ausbreitungsmechanismen. In Abb. 1 aus [15] sind vier wesentliche Ausbreitungsszenarien dargestellt. Bei verschiedenen statistischen Auswertungen in den USA wurde festgestellt, dass in den meisten Fällen NAPLs (Non Aqua Phase Liquids), d. h. Schadstoffphasen, für die Ausbildung von Grundwasserverunreinigungen verantwortlich sind. Deshalb sind insbesondere die dargestellten Szenarien c) und d) und Kenntnisse über deren theoretische Ausbreitungsmechanismen für die Beurteilung der Schadstoffausbreitung und der Wirksamkeit von technischen Sanierungen sowie natürlicher Abbau- und Rückhaltevorgänge im Einzelfall unverzichtbar.

Schadstoffphasen (NAPLs) als „Pools“ im Grundwasser- gesättigten Bereich bewirken bei vielen Standorten i. a. viel größere und langandauernde Schadstoffausträge (Frachten und Konzentrationen) mit dem Grundwasser gegenüber alleine gelöst vorliegenden oder eingetragenen Schadstoffen. Grundvoraussetzung zur Beurteilung von Monitored Natural Attenuation oder von technischen Sanierungsverfahren ist daher eine Identifikation und Beschreibung der Zonen mit residueller oder freier Phase. Die Ermittlung von Verunreinigungen fahnen gelöster Schadstoffe reicht zur Beurteilung alleine nicht aus (14).

### 3.2 Praxis in den USA

In den USA liegen seit Mitte der 90er Jahre bereits verschiedene Regelungen und Arbeitshilfen zu Natural Attenuation- Prozessen vor, und es sind Erfahrungen bzgl. der Einbeziehung von Natural Attenuation- Prozessen in die Praxis der Altlastenbearbeitung gemacht worden. Da dies von Bedeutung für die Beurteilung dieser Prozesse in Deutschland ist, wird nachfolgend auf wesentliche Gesichtspunkte zum Stand der Diskussion in den USA eingegangen.

Die Umweltbehörde der USA (US-EPA) hat 1997 eine Verwaltungsvorschrift über die Anwendung der natürlichen Abbau- und Rückhalteprozesse veröffentlicht ("OSWER DIRECTIVE 9200.4-17P, 1997") [13]. Diese Verwaltungsvorschrift legt die Richtlinien für den Gebrauch von Natural Attenuation innerhalb der US-Staatlichen Programme fest.

Als Anforderungen bzw. Vorgaben existieren verschiedene „Protokolle“, u. a.:

1. Technical Protocol for Implementing Intrinsic Remediation with Long Term Monitoring for Natural Attenuation of Fuel Contamination Dissolved in Groundwater [14] und
2. Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Groundwater [12].

Diese Protokolle sollen helfen abzuschätzen, ob Monitored Natural Attenuation- Prozesse allein oder zusammen mit anderen Maßnahmen geeignet und ausreichend sind, das Sanierungsziel im Einzelfall zu erreichen.

Die US-EPA führt dazu aus, dass eine Entscheidung über Eignung und Nichteignung generell schwer anhand allgemeiner Kriterien getroffen werden kann, sondern letztlich immer eine Einzelfallentscheidung ist. Wenn Monitored Natural Attenuation als Sanierung gestattet wird, muss mit allen Einzelfestlegungen sichergestellt sein, dass das Sanierungsziel erreicht wird.

Mit Monitored Natural Attenuation alleine kann zudem häufig das geforderte Sanierungsziel nicht erreicht werden. Die Optionen "Entfernung", "Behandlung" oder "Einschließung" vorkommender Phasen können erforderlich werden, damit unter Berücksichtigung von Monitored Natural Attenuation das Sanierungsziel erfüllt wird.

Nach der OSWER DIRECTIVE [13] gibt es 3 Nachweisanforderungen für Natural Attenuation:

1. Grundwasser oder Bodenluftkonzentrationsdaten während des Monitorings müssen an definierten Punkten ein Abnehmen der Schadstoffmasse oder -konzentration belegen.
2. Hydrogeologische und geochemische Daten sollen die Natural Attenuation-Prozesse indirekt charakterisieren. Charakteristische Daten sollen die Schadstoffreduzierung belegen (für Sorption, Lösung, Verflüchtigung und Abbau).
3. Untersuchungen von Originalmaterial des Standortes können einen spezifischen Nachweis des biologischen Abbaus erbringen.

Folgende Empfehlungen werden zur Bewertung gegeben:

Wenn die US-EPA oder die State Agency feststellen, dass die Daten nach (1) nicht ausreichen, sind Daten nach (2) erforderlich. Wenn Daten nach (2) nicht ausreichend oder schlüssig sind, sollen Daten nach (3) erhoben werden. Eine größere Datenbasis ist i.d.R. erforderlich bei folgenden Fallgestaltungen:

- Die Kontamination geht über das Vorhandensein von MKW hinaus.
- Es können toxische oder flüchtige Metaboliten entstehen.
- Ein Monitoring erfolgte bisher nur für einen relativ kurzen Zeitraum.

Art und Umfang der notwendigen Informationen sind abhängig von den Standortbedingungen, d. h. u. a. inwieweit Elektronen-Rezeptoren verfügbar sind und wie sich der Grundwasser-Chemismus, unter den Randbedingungen verhält.

Grundwasser-Monitoringdaten (1) können alleine nicht belegen, dass Kontaminanten abgebaut werden. Unter (2) genannte Daten können folgendermaßen belegen, dass Schadstoffe abgebaut werden:

- Abschätzung von Massenbilanzen (die Abnahme von Schadstoffen und Elektronenakzeptoren geht mit der Zunahme von Stoffwechselprodukten einher).
- Quantifizierung und Nachweis, dass vorhandene Elektronenakzeptoren zum Abbau ausreichen.
- Abschätzung von Abbauraten mit Hilfe von gemessenen Schadstoffkonzentrationen und Tracern i. V. mit hydrogeologischen Parametern.

Die unter (3) in Mikrokosmos-Studien ermittelten Daten können zwar auch einen grundsätzlichen Abbaunachweis liefern, jedoch kaum konkrete Abbauraten.

Zur Beurteilung der Natural Attenuation Prozesse ist ein detaillierteres konzeptionelles Standortmodell erforderlich, was nicht zwangsläufig gleichzusetzen ist mit einem Computermodell. Wenn Computermodelle eingesetzt werden, muss es alle für Natural Attenuation

maßgeblichen Prozesse des abzubildenden konzeptionellen Modells mit ausreichender Genauigkeit berücksichtigen.

Das Standortmodell muss insbesondere beinhalten:

- hydrogeologische und hydraulische Verhältnisse und Parameter
- räumliche Verteilung der hydrogeochemischen Eigenschaften im Grundwasser
- räumliche Verteilung der Schadstoffe und Metabolite
- horizontale und vertikale Verteilung von Elektronenakzeptoren, ggf. Elektronendonatoren im Grundwasser mit Beschreibung der Redoxzonen
- Bestimmung von Abbaukonstanten aus Felddaten mittels Regressionsanalysen.

Die dafür erforderlichen Daten sind mit einem speziellen Standortuntersuchungsprogramm zu ermitteln. Anhand der dabei gewonnenen Daten wird ein Arbeitsmodell des Standortes erarbeitet, das dazu dient, Aussagen über das Rückhalte- und Abbaupotential und das Langzeitverhalten der Schadstofffahne zu treffen.

Das Standortmodell ist erforderlich, um das Überwachungsprogramm (Anordnung und Ausbau von Messstellen, Parameter, etc.) zur Kontrolle der prognostizierten Wirksamkeit der Natural Attenuation- Prozesse während einer Sanierung oder einer alleinigen Überwachung zu erstellen. Es wird dabei für folgende Zwecke benötigt:

- Abschätzung, ob Natural Attenuation das festgelegte Sanierungsziel in vertretbaren Zeiten erreichen kann.
- Vorhersage über Ausbreitung und Konzentrationen der Schadstofffahne in der Zukunft und Gefährdungsabschätzung für das Grundwasser.
- Technische Unterstützung für die Beurteilung von technischen Sanierungsvarianten unter Einbeziehung von Natural Attenuation- Prozessen in Machbarkeitsstudien/ Sanierungsuntersuchungen.

Zur Erarbeitung eines Standortmodells ist i. d. R. im Rahmen einer detaillierten Standortuntersuchung in der Detailphase die Messung folgender Parametergruppen im Grundwasser erforderlich

- Vor-Ort Parameter
- Hauptinhaltsstoffe
- Organische Summenparameter
- Organische Einzelparameter
- Metabolite

Dabei ist insbesondere zu prüfen, welche Parameter als Elektronenakzeptoren, Elektronendonatoren, Co-Metaboliten oder metabolische Zwischenprodukte von Bedeutung sind. Zur Bedeutung der einzelnen Parameter siehe auch Tab. 1 nach [6]

Folgende Anforderungen an eine Implementierung werden von der US-EPA gestellt:

- Es ist ein ständiger Nachweis zu erbringen, dass sich Natural Attenuation gemäß den Erwartungen entwickelt.
- Toxische Zwischenprodukte sind zu identifizieren.

- Die Entwicklung der Fahnenausbreitung (horizontal, vertikal) ist zu ermitteln und dokumentieren.
- Es ist zu gewährleisten, dass abstromseits keine Schutzgüter betroffen sind.
- Eine Freisetzung „neuer“ Schadstoffe (z. B. MTBE), die den Erfolg beeinträchtigen können, ist durch Kontrolluntersuchungen auszuschließen.
- Änderungen der Randbedingungen (u. a. geochemische, mikrobiologische) für die maßgebenden Natural Attenuation- Prozesse sind zu ermitteln und dokumentieren.
- Die Erreichbarkeit von festgelegten Sanierungszielen ist zu belegen.
- Es ist ein Monitoring durchzuführen, bis das Sanierungsziel stabil und dauerhaft erreicht ist.

#### **4. Einordnung in die deutsche Systematik der Altlastenbearbeitung**

Natural Attenuation- Prozesse können bei der Untersuchung im Rahmen der Gefährdungsabschätzung gem. BBodSchG Anhang 1 Abs. 1 Satz 2 als „sonstige beurteilungserhebliche örtliche Gegebenheiten“ eingestuft werden.

Insofern sind die Natural Attenuation- Prozesse bei folgenden Arbeitsschritten der Altlastenbearbeitung zu berücksichtigen (siehe auch Abb. 1):

- Festlegung des vertieften Standortuntersuchungsprogramms im Rahmen der Gefährdungsabschätzung (1).
- Wissenschaftlich technische Auswertung der Untersuchungsergebnisse (2).
- Erarbeitung des konzeptionellen Standortmodells (3) und ggf. Auswahl eines Reaktions- oder Transportmodells (4).
- Beurteilung aktueller und Prognose zukünftiger Gefahren unter Verwendung des konzeptionellen Standortmodells (5).
- Entscheidung über das Sanierungserfordernis und das Sanierungsziel.
- Auswahl zusätzlich erforderlicher technischer Sanierungsverfahren im Rahmen der Sanierungsuntersuchung (6).
- Planung der sanierungsbegleitenden Überwachung des Grundwassers insgesamt einschl. der Natural Attenuation- Prozesse (7).
- Durchführung der sanierungsbegleitenden Überwachung des Grundwassers insgesamt einschl. der Natural Attenuation- Prozesse (8).
- Festlegung und Durchführung einer alleinigen Überwachung des Grundwassers einschl. der Natural Attenuation- Prozesse (9).
- Festlegung und Durchführung von Nachsorge- bzw. Überwachungsmaßnahmen nach Abschluss einer technischen Sanierung bei andauernden Natural Attenuation- Prozessen (10).

Natural Attenuation- Prozesse sind demnach nach BBodSchG und BBodSchV zunächst im Rahmen der Gefährdungsabschätzung (Detailuntersuchung) genauer zu untersuchen. Wenn diese Prozesse zur sachgerechten Beurteilung vorhandener Gefahren und Schäden oder zur deren sachgerechten Prognose von Bedeutung sind, ist ein darauf ausgerichtetes vertieftes Standortuntersuchungsprogramm (1) durchzuführen, was als Datengrundlage für eine wis-



senschaftlich technische Auswertung der Natural Attenuation Prozesse (2) dient. Mit den dabei ermittelten Daten kann dann ein konzeptionelles Standortmodell erarbeitet werden (3). Ggf. sind anschließend geeignete Transport und Reaktionsmodelle auszuwählen und anzuwenden (4). Diese dienen als weitere Grundlage zur sachgerechten Prognose über die im Einzelfall konkret zu erwartenden natürlichen Abbau- und Rückhalteprozesse zur Gefahrenverminderung (4). Erst die Ergebnisse aller vorangegangenen Arbeitsschritte insgesamt machen es möglich, die Natural Attenuation- Prozesse sachgerecht zu bewerten und anschließend eine Gefahrenbeurteilung für das Grundwasser (5) vorzunehmen.

Wenn mit der Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden→Grundwasser maßgebende Natural Attenuation- Prozesse prognostiziert wurden, die keinen Sanierungsbedarf erforderlich machen, ist i. d. R. eine Überwachung zur Kontrolle künftig möglicherweise entstehender Gefahren oder Schäden erforderlich (9). Während dieser Überwachung wird es erforderlich sein, zu prüfen, ob die im Rahmen der Gefährdungsabschätzung aufgestellte Prognose der Auswirkungen von Natural Attenuation- Prozessen zur Gefahrenverminderung bestätigt wird. Wird im Rahmen dieser Überwachung die Prognose nicht bestätigt, ist ggf. das im Rahmen der Gefährdungsabschätzung erarbeitete Standortmodell und die vorgenommene Prognose bzgl. der Natural Attenuation- Prozesse und Annahmen zu modifizieren (5). Wird im Rahmen der Gefährdungsabschätzung aufgrund von aktuellen oder prognostizierten Gefahren oder Schäden oder im Rahmen der v. g. Überwachung ein Sanierungsbedarf mit technischen Maßnahmen auch unter Berücksichtigung von Natural Attenuation- Prozessen festgestellt, werden i. d. R. eine Sanierungsuntersuchung (6) mit anschließendem Sanierungsplan erforderlich (7). Dann sind im Rahmen einer Sanierungsuntersuchung die erforderlichen, geeigneten und verhältnismäßigen technischen Maßnahmen auch unter Berücksichtigung von Natural Attenuation- Prozessen auszuwählen. Im anschließend zu erstellenden Sanierungsplan sind neben den technischen Maßnahmen die maßgebenden Natural Attenuation- Prozesse und deren Kontrollen darzustellen. Die Berücksichtigung von Natural Attenuation- Prozessen in der Sanierungsuntersuchung und im Sanierungsplan kann dazu führen, dass technische Sanierungsmaßnahmen nur in verringertem Umfang erforderlich werden. Die technische Sanierung des Grundwassers unter Berücksichtigung von Natural Attenuation- Prozessen erfordert dann eine sanierungsbegleitende Überwachung des Grundwassers, die eine Kontrolle sowohl der technischen Maßnahmen wie auch der Natural Attenuation- Prozesse (8) beinhaltet. Die nach Abschluss der technischen Sanierungsmaßnahmen bei weiterhin andauernden Natural Attenuation Prozessen ggf. erforderliche Nachsorge hat ebenfalls die v. g. Prozesse zu berücksichtigen bzw. zu umfassen (10).

Neben dieser oben dargestellten Möglichkeit der Prüfung und Untersuchung von Natural Attenuation- Prozessen im Rahmen der Gefährdungsabschätzung wird zurzeit die Einordnung von Natural Attenuation in den Arbeitsschritt "Sanierung" diskutiert [3] [8] [9]. Im Rahmen dieser Diskussion bestehen zwei Auffassungen. Zum einen soll es sich beim natürlichen Schadstoffabbau um eine Sanierungsmaßnahme nach § 2 Abs. 7 BBodSchG, zum anderen um eine sonstige Maßnahme (Schutz- und Beschränkungsmaßnahme) nach § 2 Abs. 8 BBodSchG handeln.

Aus der Sicht des Autors ist Natural Attenuation, ähnlich wie es in Österreich [7] eingeschätzt wird, weder unter Sanierungs- noch unter Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen einzuordnen, sondern es sind Prozesse, die zu den natürlichen Gegebenheiten und Randbedin-

gungen gehören und in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen sind. Sie sind daher wie oben beschrieben zunächst im Rahmen der Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden→Grundwasser zu untersuchen. Allerdings sind Natural Attenuation- Prozesse bei allen o. g. weiteren Arbeitsschritten, insbesondere der Planung von möglicherweise erforderlichen technischen Sanierungsmaßnahmen ebenfalls zu berücksichtigen.

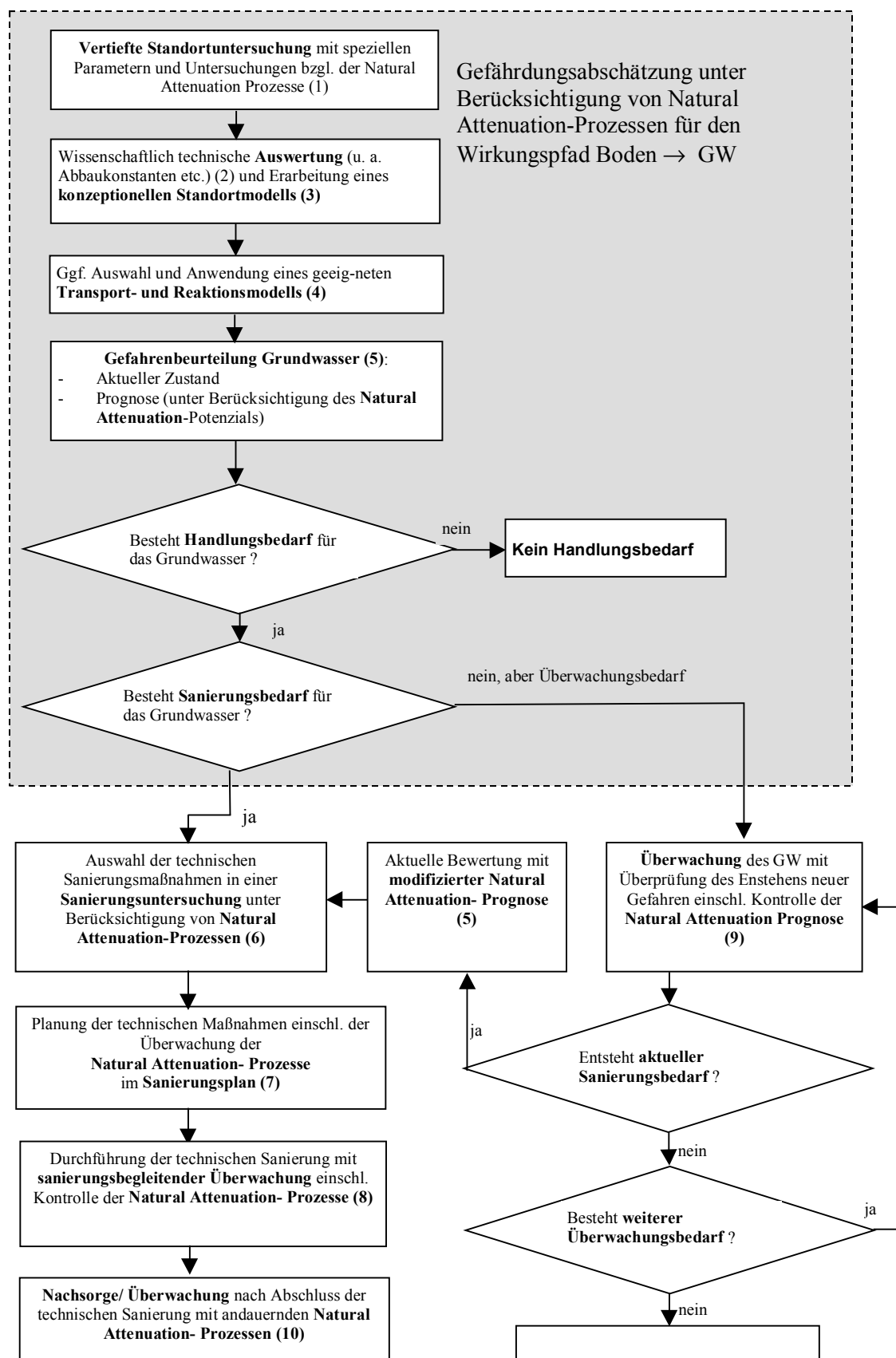


Abb. 2: Berücksichtigung von N. A.- Prozessen für den Wirkungspfad Boden→GW in der Bearbeitungssystematik bei Altlasten

## 5 Anforderungen an eine Implementierung in der Praxis

### 5.1 Grundsätzliches

Bei einer Einbeziehung von Natural Attenuation- Prozessen in die Beurteilungs- und Sanierungspraxis ist zu beachten, dass diese Prozesse, ebenso wie dies in den USA gehandhabt wird, i. d. R. keine technischen Sanierungsmaßnahmen an der Verunreinigungsquelle selbst ersetzen können. So ist vor allem zu prüfen, ob z. B. nicht erst eine Auskoffierung hochbelasteter Bereiche, eine Einschließung dieser Bereiche, eine Stilllegung und Ausbau undichter Lagerbehälter oder ein Abpumpen von aufschwimmenden Phasen erst die Chancen für eine ausreichende Wirksamkeit der Natural Attenuation- Prozesse ermöglicht [6].

Eine Berücksichtigung von Natural Attenuation- Prozessen mit Aussichten auf eine ausreichende Wirksamkeit ist daher nach [6] vor allem von Bedeutung bei

- geringeren Belastungen oder Restbelastungen nach Sanierungen
- als Ergänzung aktiver Maßnahmen
- einfacheren hydraulischen, hydrogeologischen und hydrogeochemischen Randbedingungen und
- Schadstofffahnen mit nicht progressivem Verlauf.

Voraussetzung für eine sachgerechte Beurteilung von Natural Attenuation- Prozessen sind Kenntnisse über

- die im Einzelfall maßgebenden Prozesse
- die maßgebenden Standortrandbedingungen des Einzelfalls
- die zur Prognose von Art, Ausmaß und Dauer der Selbstreinigungsprozesse erforderlichen und geeigneten Instrumente/ Methoden (Parameter, Erkundungsmethoden und Modelle) und
- geeignete Monitoringinstrumente zur Erfolgs-/ Wirksamkeitskontrolle während der Laufzeit.

### 5.2 Vertiefte Standortuntersuchung

Natural Attenuation erfordert umfassende Erkundungen und Prozessuntersuchungen am Standort. Folgende Untersuchungen können im Einzelfall Voraussetzung für die Beurteilung von Natural Attenuation im Grundwasser sein:

- Geologie, Hydrogeologie (u. a. Schichtenfolge, Flurabstand, Aquifermächtigkeit, Fließrichtung, hydraulisches Gefälle, Durchlässigkeitsbeiwerte, etc.)
- Charakterisierung der Verunreinigung (u. a. Lage und Abgrenzung von Quelle und Fahne, Vorkommen von Phasen, Fahnenlänge und -breite, vertikale Erstreckung, Schadstoffarten und -konzentrationen, Lage von Phasenkörpern)
- Grundwasserchemismus (u. a. pH-Wert, Redoxpotenzial, Leitfähigkeit, Salzgehalt, Härtebildner, Fe- und Mn-Gehalt, Sauerstoffgehalt, Temperatur und Ionenkonzentrationen ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) etc.)
- (Frühzeitige) Bestimmung von gelösten Oxidationsmitteln (Sauerstoff, Nitrat, Sulfat) und möglichen Abbauprodukten (u. a.  $\text{CO}_2$  ges.,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CH}_4$ ,

DOC und Metaboliten) zur Erkennung und überschlägigen Quantifizierung der Abbaureaktionen (Abbauraten).

- Bodenkennwerte (u. a. Porenvolumen, Korngrößenverteilung, TOC, pH-Wert etc.) und
- Schadstoffkennwerte (u. a. Dampfdruck, Löslichkeit, Henry-Konstante, pH-E<sub>n</sub> Abhängigkeit, K<sub>ow</sub> und K<sub>oc</sub> Kennzahlen, Dichte).

Die Bedeutung analytischer Parameter bei der Grundwasseruntersuchung für Natural Attenuation Prozesse kann nachfolgender Tabelle 1 aus [6] entnommen werden.

**Tabelle 1: Analytische Parameter für die Grundwasseruntersuchung und ihre Bedeutung für „Natural Attenuation“**

Vor-Ort-Parameter	Bedeutung
Temperatur	Erhöhte Grundwassertemperaturen weisen auf biologische Abbauprozesse hin.
pH-Wert	Biologische Abbauprozesse sind pH-sensitiv, bevorzugter Bereich von 5 < pH < 9.
Elektrische Leitfähigkeit	Erhöhte Leitfähigkeit kann qualitativen Hinweis auf die Schadstoffbelastung liefern.
Sauerstoffgehalt	Anzeiger der biologischen Aktivität; O <sub>2</sub> -Gehalte < 1 mg/l deuten auf anaerobe Verhältnisse hin.
Redoxspannung	Gibt Hinweis auf das biologische Abbaumilieu.
Wasserstoff*	Zur Bestimmung des terminalen Elektronenakzeptor-Prozesses, gibt Hinweis auf reduktive Dechlorierungsvorgänge.

Hauptinhaltsstoffe	Bedeutung
Säure- bzw. Basekapazität	Parameter zur Beschreibung des Systems Kohlensäure-Wasser.
Karbonathärte	Erhöhte Werte deuten auf vermehrte Lösung während des biologischen Schadstoffabbaus gebildeten CO <sub>2</sub> hin.
Gesamthärte	Gehalt an Erdalkalitionen; Rechenparameter für Härtebestimmung.
Phosphat	Anzeiger für anthropogene Belastung, Nährstoff für biologischen Abbau.
Chlorid	Endprodukt des LCKW- Abbaus.
Sulfat	Substrat für anaeroben Metabolismus, Nährstoff für biologischen Abbau.
Nitrat	Substrat für Metabolismus, nachdem O <sub>2</sub> verbraucht ist.
Ammonium	Anzeiger für anthropogene Belastung.
Mangan	Anzeiger für Metabolismus, nachdem O <sub>2</sub> und Nitrat verbraucht sind.
Eisen	Anzeiger für Metabolismus, nachdem O <sub>2</sub> , Nitrat und Mangan verbraucht sind.

<b>Organische Summenparameter</b>	<b>Bedeutung</b>
Kohlenwasserstoffe	Charakterisierung der Belastungssituation, Co- Kontaminante, die als Primärsubstrat für cometabolischen LCKW- Abbau dienen kann.
Lipophile Stoffe	Charakterisierung der Belastungssituation (Anzeiger für schwerflüchtige (Schmier)-Öle und Fette), Co- Kontaminante, die als Primärsubstrat für cometabolischen LCKW- Abbau dienen kann. Anzeiger für Metabolitenbildung bei MKW- Schadensfällen.
TOC	kann in Abwesenheit von anthropogenem Kohlenstoff als Substrat für anaeroben Cometabolismus der LCKW dienen; erhöhte Werte deuten auf organische Belastungen hin.
DOC	kann in Abwesenheit von anthropogenem Kohlenstoff als Substrat für anaeroben Cometabolismus der LCKW dienen; erhöhte Werte deuten auf organische Belastungen hin.

<b>Organische Parameter</b>	<b>Bedeutung</b>
LHKW <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tetrachlormethan</li> <li>• Trichlormethan</li> <li>• Dichlormethan</li> <li>• Chlormethan</li> <li>• 1,1,1-Trichlorethan</li> <li>• 1,1,2-Trichlorethan</li> <li>• 1,1-Dichlorethan</li> <li>• 1,2-Dichlorethan</li> <li>• Chlorethan</li> <li>• Tetrachlorethen</li> <li>• Trichlorethen</li> <li>• cis-1,2-Dichlorethen</li> <li>• trans-1,2-Dichlorethen</li> <li>• 1,1-Dichlorethen</li> <li>• Vinylchlorid</li> </ul>	Charakterisierung der Belastungssituation

<b>Organische Parameter</b>	<b>Bedeutung</b>
BTEX <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benzol</li> <li>• Toluol</li> <li>• Ethylbenzol</li> <li>• Xylol (o/m/p)</li> </ul>	Charakterisierung der Belastungssituation, Co-Kontaminante, die als Primärsubstrat für cometabolischen LCKW- Abbau dienen kann.

Parameter	Bedeutung	Verfahren
<b>Metabolite</b>		
Methan	Anzeiger für Metabolismus unter methanogenen Bedingungen.	Kampbell et al. (1989) und (1998)
Ethan	wird bei der reduktiven Dechlorierung gebildet.	Kampbell et al. (1989) und (1998)
Ethen	wird bei der reduktiven Dechlorierung gebildet.	Kampbell et al. (1989) und (1998)
Benzoessäure	wird beim anaeroben Abbau von Toluol gebildet.	Schmitt et al. (1996)
Schwefelwasserstoff	wird bei der Sulfatreduktion gebildet.	Detektor
Oxygenate* Methyl-tertiär-Butyl-Ether	Beimengungen in Vergaserkraftstoffen; stellen Schadstoff bzw. Substrat für Dechlorierung dar.	U.S. EPA Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical and Chemical Methods 8260/8020

\* optionaler Parameter

Nach [11] existieren folgende Methoden und in Entwicklung befindlichen Ansätze zur Standort-Charakterisierung und ggf. Quantifizierung von Natural Attenuation- Prozessen:

- Existierende Methoden:
  - Geologische Erkundung (Aquifergeometrie, Lithologie, Kernproben)
  - Hydrogeologische Erkundung (Pump- und Tracerversuche)
  - Hydrogeochemische Erkundung
    - Organisch (Isokonzentrationslinien)
    - Anorganisch (Redoxzonen).
- Neue, in Entwicklung befindliche integrale Methoden:
  - Prinzipmodellierung (Typ-Szenario)
  - Immissionsmessung (Massenflussbestimmung)
  - Isotopenmessung (Fraktionierung, biologischer Abbau)
  - Spezielles Langzeitmonitoring (Dosimeter- und Toxizitätstest)
  - Geophysikalisches Monitoring (geoelektrische Kartierung, Tomographie etc.).

Mit verschiedenen dieser neuen Verfahren wurden an einzelnen Standorten erste wissenschaftliche Erfahrungen gesammelt, die nur z. T. publiziert wurden. Für eine breite Anwendung in der Praxis bedürfen sie weitgehend einer Validierung.

Insgesamt existieren bundesweit noch keine konkreten Empfehlungen, bei welcher Fallgestaltung in der Praxis welche Methoden eingesetzt werden sollten, welche Aussagekraft die Methoden besitzen und welcher Aufwand im Einzelfall damit verbunden ist. Einen ersten Ansatz einer Handlungsdirektive für Deutschland zur Beurteilung von Natural Attenuation bei MKW/ BTEX-, und LHKW- Verunreinigungen haben kürzlich Martus und Püttmann [6] publi-

ziert. Darin wird auf die etablierten Untersuchungsmethoden zurückgegriffen. Es werden dort u. a. auch Untersuchungsprogramme dargestellt für die vertiefte Standortuntersuchung und das Verlaufs-Monitoring, d. h. die Überwachung des Grundwasser zur Kontrolle der N. A.-Prozesse. In Abb. 3 wird beispielhaft die Anordnung von Messstellen im Grundriss dargestellt.

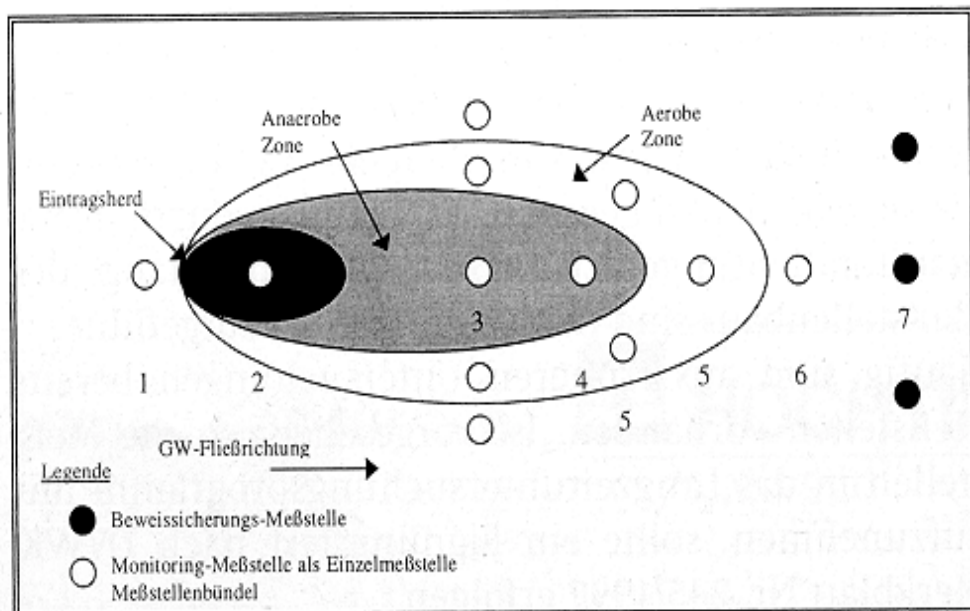


Abb. 3: Lage der Messstellen bei LHKW Verunreinigungen (Aufsicht) (aus [6])

### 5.3 Auswertungen für ein konzeptionelles Standortmodell

Im Rahmen der Auswertung der Ergebnisse der vertieften Standortuntersuchungen ist insbesondere eine „Fahnenkartierung“ durchzuführen, bei der eine Bestimmung der hydrogeochemischen Eigenschaften und eine Beschreibung der Redoxzonen vorgenommen wird.

Hierzu werden die erhobenen Daten wie z. B. Verteilung hydrogeologischer Parameter, horizontale und vertikale Verteilung von Elektronenakzeptoren im Grundwasser und Verteilung der Metabolite zur Ermittlung der Redoxzonen kartographisch dargestellt. Darüber hinaus erfolgt z. B. eine Bestimmung von Abbaukonstanten aus Felddaten mittels Regressionsanalysen.

Die wissenschaftlich-technische Auswertung der Standortdaten beinhaltet die Ermittlung von Abbaukonstanten. In Abhängigkeit der Fragestellung bzw. der Standortverhältnisse finden unterschiedliche Ansätze Verwendung. Im folgenden wird die von Martus und Püttmann in [6] in den USA vorgeschlagene Vorgehensweise beschrieben. Dabei ist ein kritischer Vergleich der ermittelten Abbaukonstanten durchzuführen und den anhand von Modellen ermittelten Werten gegenüberzustellen. Der biologische Abbau der Schadstoffe wird häufig in Annäherung als Reaktion 1. Ordnung beschrieben, nach der die Abbaurate proportional zur



Konzentration ist. Die Bestimmung der standortspezifischen Abbauraten erfolgt mittels Regressionsanalyse nach U.S. EPA (1998) [11] bzw. Buschek & Alcantar (1995) [4].

Bei der erstgenannten Methode werden die normalisierten (d. h. für abiotische Rückhalte- und Verminderungseffekte korrigierten) Schadstoffkonzentrationen zur Auswertung herangezogen. Die Datennormalisierung wird anhand von nichtreaktiven Tracern wie z. B. den als Co-Kontaminanten auftretenden Isomeren des Trimethylbenzols vorgenommen. Der Tracer unterliegt wie die BTEX bzw. LCKW den Prozessen der Verdünnung, Sorption und Dispersion. Er erfährt jedoch nur einen geringen biologischen Abbau. Auf diese Weise lässt sich der Anteil der Biodegradation abschätzen (für Datailerläuterungen siehe U.S. EPA 1998 [11]).

Bei der Methode nach Buschek & Alcantar (1995) [4] erfolgt die Bestimmung der Biodegradationsrate durch eine analytische, eindimensionale Lösung einer Gleichung für eine Schadstofffahne im stationären Zustand. Berücksichtigung finden Advektion, Dispersion und Sorption. Der Nachweis der „Fahnenstationarität“ wird anhand der Untersuchung von historischen Grundwasserdaten durchgeführt.

In der Praxis ist bei entsprechender Datenlage unter Verwendung von unterschiedlichen Tracern die Berechnung nach U.S. EPA (1998) [11] vorzuziehen. Weitere mögliche Tracer stellen neben dem Trimethylbenzol das Methan sowie das Chlorid dar.

Das konzeptionelle Arbeitsmodell muss alle maßgebenden spezifischen (natürlichen) Standortrandbedingungen und Prozesse mit ausreichender Genauigkeit berücksichtigen. Das konzeptionelle Modell bildet daher die Grundlage für den Einsatz von Transport- oder Reaktionsmodellen zur Prognose der Abbau- und Rückhaltewirkungen mit einer quantitativen Abschätzung des hydraulischen, ggf. pneumatischen und diffusiven Transports.

Das Arbeitsmodell dient auch dazu, das Programm zur Durchführung der weiteren Grundwasserüberwachung mit einer Kontrolle der Wirksamkeit der prognostizierten Natural Attenuation-Prozesse aufzustellen. Dabei erfolgt i. d. R. eine Reduzierung der zu untersuchenden Messstellen und Analysenparameter gegenüber dem vertieften Standortuntersuchungsprogramm.

#### **5.4 Transport- und Reaktionsmodelle**

Zunächst sind die bei der Standorterkundung gewonnenen Daten und Erkenntnisse in einem konsistenten Strömungs- bzw. Transportmodell zusammenzuführen. Dieses Modell ist dann um ein hydrogeochemisches Reaktionsmodell zu ergänzen (z. B. PHREEQE C).

In [6] wurden Erfahrungen mit Transport- und Reaktionsmodellen im Zusammenhang mit Natural Attenuation veröffentlicht. Nachfolgend werden daraus wesentliche Erkenntnisse zusammengefasst dargestellt.

Transport- und Reaktionsmodelle haben das Ziel, die bei „Natural Attenuation“ ablaufenden Prozesse wie Biodegradation, Sorption, Advektion und Dispersion nachzubilden. Die am Standort erhobenen bzw. errechneten Daten wie z. B. Abbaukonstanten gehen in die Modelle als Eingangsdaten ein. Die Modellergebnisse sollen die Prognose der Schadstoff-

ausbreitung und des Schadstoffverhaltens (Abbau) ermöglichen, anhand derer Aussagen zum erwarteten zeitlichen Verlauf sowie zur Leistung und Dauer von „Natural Attenuation“ getroffen werden können. Daneben erfolgt eine Kontrolle des Probennahmeplans, der gegebenenfalls den Modellvorhersagen entsprechend anzupassen ist. Da die Ergebnisse der Modellierung für die Gefahrenbeurteilung eine große Bedeutung haben, sind die Eingabeparameter eher konservativ zu wählen.

Es stehen eine Vielzahl von Modellen zur Verfügung:

Analytische Modelle sind in den Fällen geeignet, bei denen lediglich wenige Felddaten zur Verfügung stehen und/oder sich der Standort durch einfache hydrogeologische Parameter beschreiben lässt. Bei umfangreicheren Fragestellungen sollten numerische Modelle eingesetzt werden, da sie in der Lage sind, die Realität komplexer nachzubilden.

Für eine Simulation von „Natural Attenuation“ stehen je nach Fragestellung verschiedene ein-, zwei- und dreidimensionale Modelle zur Verfügung, wie z. B.:

- BIOSCREEN: analytisches Transportmodell zur Simulation von „Natural Attenuation“ von einfacheren MKW-kontaminierten Standorten im Spreadsheet-Format. Dieses lediglich als Screening-Werkzeug einzusetzende Modell berücksichtigt Biodegradation, Advektion, Sorption, Dispersion und Retardation.
- Es basiert auf DOMENICO'S Lösung der Advektions-Dispersionsgleichung (DOMENICO 1987) [5] und erlaubt die Berücksichtigung der Grundwasserströmung, einer vertikal ebenen Schadstoffquelle, linear isothermer Sorption und dreidimensionaler Dispersion. Der biologische Abbau kann für aerobe und anaerobe Milieubedingungen simuliert werden. Die Berechnung des biologischen Abbaus erfolgt in Näherung als Reaktion 1. Ordnung oder als Elektronenakzeptorlimitierte „instantane Reaktion“. Neben der Ermittlung der Ausdünnungsrate dient dieses Modell vor allem dazu, Prognosen zum Ausbreitungsverhalten der Fahne zu treffen. Dabei kommt es in den USA als Screening- Werkzeug zum Testen der grundsätzlichen Anwendbarkeit von „Natural Attenuation“ am Standort zum Einsatz. Darüber hinaus ist es zum sanierungsbegleitenden Beleg von Rückhalte- und Abbauprozessen vorwiegend nur an kleineren Standorten wie z. B. Tankstellen gedacht. Experten in Deutschland (u. a. Martus und Püttmann in [6]) warnen ausdrücklich vor einem leichtfertigen Einsatz eines solchen Modells.
- BIOCHLOR: analytisches Transportmodell zur Simulation von „Natural Attenuation“ von LCKW im Spreadsheet-Format. Es berücksichtigt Schadstoffdegradation als sequentiellen Abbau der einzelnen Schadstoffspezies sowie Advektion, Sorption, Dispersion und Retardation.
- Hierfür gilt ähnliches wie für das Modell BIOSCREEN.
- ASM: zweidimensionales Grundwasserströmungs- und Transportmodell. Es verwendet die Random-Walk-Methode zur Berechnung des Schadstofftransports. Ermöglicht die Berücksichtigung von Advektion, Sorption, Dispersion und Abbau.
- MODFLOW/ MT3D: dreidimensionales Finite- Differenzen- Modell zur Berechnung von stationären und instationären Grundwasserströmungen. Es ermöglicht die Berücksichtigung von Advektion, Dispersion, linearer und nichtlinearer Sorption sowie den Abbau von Einzelsubstanzen.

Teutsch und Rügner (11) nennen als geeignete numerische reaktive Transportmodelle, die sowohl den Schadstofftransport als auch die geochemischen Umsetzungsprozesse im Grundwasserleiter einschließlich der festen Phasen berücksichtigen:

- BIONAPL3D: dreidimensionales Finite Elemente Programm (entwickelt von Schirmer et al. 1995), welches in Kanada bei 2 Feldexperimenten eingesetzt wurde und
- MIN3P (entwickelt von Mayer 1999).

Daneben wird in (11) ein numerisch stochastischer Modellansatz zitiert (z. B. SMART), der mit den neuen integralen Untersuchungsmethoden korrespondiert. Das SMART Modell wird z. Zt. auf einem ehemaligen Gaswerksgelände in Süddeutschland „DFG-Testfeld Süd erprobt.

Die Auswahl eines geeigneten Modells hängt von den Anforderungen des Anwenders, den zu verarbeitenden Daten und den Ansprüchen an die Modellaussagen ab. Eine ausführliche Zusammenstellung und Beschreibung von in den U.S.A. gebräuchlichen Modellen ist in ASTM (1998 b) [2] aufgeführt.

## 5.5 Überwachung des Grundwassers und der N. A.- Prozesse

Wenn im Rahmen der Gefährdungsabschätzung nach der Prognose aus dem konzeptionellen Standortmodell den Natural Attenuation- Prozessen eine bestimmte Wirksamkeit unterstellt wird, ist dies durch entsprechende Untersuchungen im Rahmen der Überwachung des Grundwassers nachzuweisen. Auch in den USA besteht die Pflicht, diese Natural Attenuation- Prozesse zu überwachen. Dies ergibt sich auch aus dem dort etablierten Begriff MNA (Monitored Natural Attenuation).

Diese Überwachung bezieht sich auf

- Schadstoffkonzentrationsmessungen im Grundwasser, die an definierten und geeigneten Punkten eine Abnahme der Masse oder Konzentration der Schadstoffe belegen müssen sowie
- eine Überwachung der Natural Attenuation- Prozesse selbst.

Nachfolgend werden beispielhaft einzelne Untersuchungen, Auswertungen oder Nachweise dargestellt, die u. a. die Wirksamkeit von Natural Attenuation- Prozessen im Grundwasser belegen können:

- Nachweis der Verringerung der Konzentration von Oxidationsmitteln (z. B. Sauerstoff, Sulfat, Nitrat) in der Belastungszone im Vergleich zur Hintergrundbelastung
- überschlägige Ermittlung der abgebauten organischen Schadstoffe über stöchiometrische Gleichungen (nur bei organischen Belastungen im mg-Bereich)
- Konzentrationserhöhungen von Abbauprodukten innerhalb der Belastungszone (z. B. CO<sub>2</sub> ges.) und
- negative Korrelationen zwischen Abbauprodukt (z. B. CO<sub>2</sub> ges.) und Oxidationsmittel (z. B. Sulfat).

Martus und Püttmann [6] geben für die Überwachung konkrete Empfehlungen zur Lage der Messstellen (siehe auch Abb. 3 und 4), der Parameterauswahl bei typischen Schadensfällen (siehe auch Tab. 1) und den Beprobungsintervallen.

## 6. Laufende Forschungsaktivitäten

### 6.1 BMBF Verbundvorhaben „Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Böden und Grundwässer“

Zur Untersuchung, Beurteilung und Implementierung natürlicher Selbstreinigungsprozesse (Natural Attenuation/ Enhanced Natural Attenuation) in der Praxis fehlen bisher in Deutschland noch konkrete Arbeitshilfen, da hierzu noch zu wenig Kenntnisse vorliegen. Zur Unterstützung bei der Klärung der damit verbundenen Fragestellungen hat das BMBF ein Verbundvorhaben mit folgenden Themenbereichen ausgeschrieben:

1. Natürliche Selbstreinigungsprozesse (Natural Attenuation) und
2. Stimulation Natürlicher Selbstreinigungsprozesse (Enhanced Natural Attenuation).

Diese sollen mit folgenden Schwerpunkten bearbeitet werden:

- A Selbstreinigungspotential
- B Prozesskontrolle und Monitoring
- C Modellierung und Prognose
- D Umweltverträglichkeit
- E Gesellschaftliche Akzeptanz
- F Projektübergreifende Ergebnisauswertung und –bewertung/ Leitfaden

Insbesondere soll ermittelt werden,

- unter welchen Randbedingungen Selbstreinigungsprozesse ökonomisch und ökologisch sinnvoll sind
- welche Schadstoffgruppen für die Anwendung von Natural Attenuation bzw. Enhanced Natural Attenuation in Frage kommen
- wie das Verhalten der entsprechenden Schadstoffe im Boden bzw. Grundwasser im Hinblick auf die natürliche Selbstreinigung zu bewerten ist
- welche Anforderungen an die Boden- und Grundwasserverhältnisse eines Standortes zu stellen sind, um Natural Attenuation bzw. Enhanced Natural Attenuation anwenden zu können und
- wie das Monitoring zu gestalten und durchzuführen ist, um die Verminderung des Schadstoffinventars quantifizieren sowie dessen Langzeitverhalten unter Berücksichtigung zukünftiger Standortnutzungen prognostizieren zu können.

## **6.2 Projekt der LfU Baden-Württemberg/ Uni Tübingen "Entwicklung von Bewertungskriterien natürlicher Schadstoffabbauprozesse in Grundwasserleitern als Grundlage für Sanierungsentscheidungen bei Altstandorten"**

Dieses Projekt [12] wurde 1999 von der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg initiiert und soll vor allem die naturwissenschaftlichen und technischen Voraussetzungen für die Implementierung des Natural Attenuation- Konzeptes erarbeiten (z. B. Empfehlungen für einen zukünftigen Leitfaden "Natural Attenuation"). Das Projekt soll auch als Grundlage für eine verwaltungsinterne und juristische Diskussion dienen.

Ziel der ersten bereits weitgehend abgeschlossenen Phase des Projektes war eine systematische Erfassung und Darstellung des heutigen Kenntnisstandes in Bezug auf das natürliche Abbau- und Rückhaltepotential von Schadstoffen in Grundwasserleitern. Das Ziel der begonnenen zweiten Projektphase ist die Ausarbeitung von Empfehlungen zur technischen Umsetzung der natürlichen Abbau- und Rückhalteprozesse.

## **7. Fazit**

Eine Berücksichtigung von Natural Attenuation in der Praxis kann nur erfolgen, wenn die Prozesse zeitlich und quantitativ abschätzbar, die Risiken kalkulierbar sowie die rechtliche Einordnung und die konkreten Anforderungen an die Beurteilung von Natural Attenuation im Einzelfall geklärt sind.

Eine behördliche Beurteilung und Akzeptanz von Natural Attenuation kann erst nach einer eingehenden Untersuchung und Bewertung der Erfolgsaussichten erfolgen. Zurzeit liegen noch keine konkreten allgemein praxisanwendbaren Regelungen vor, die eine abgesicherte behördliche Beurteilung erlauben würden. Die erforderlichen und geeigneten Untersuchungs- und Nachweismethoden sollen im o. g. BMBF- Verbundvorhaben erarbeitet und anhand von Untersuchungen an Praxisfällen validiert werden. Bis verwertbare Ergebnisse vorliegen, müssen zur Beurteilung im Einzelfall auch wissenschaftliche Institutionen, die sich intensiv mit dem Thema befassen, herangezogen werden, um behördlicherseits sachgerechte Entscheidungen zu ermöglichen.

Hinweise für eine Implementierung in die Praxis können die Empfehlungen von Martus u. Püttmann [6] sowie die Ergebnisse des Untersuchungsvorhabens der LfU Baden Württemberg "Entwicklung von Bewertungskriterien natürlicher Schadstoffabbauprozesse in Grundwasserleitern als Grundlage für Sanierungsentscheidungen bei Altstandorten" [11] geben.

Daneben kann orientierend auch die vielfältige amerikanische Fachliteratur und die dort empfohlenen Vorgehensweisen herangezogen werden. Dabei sind die unterschiedlichen Rahmenbedingungen in den USA insbesondere in rechtlicher Hinsicht bei einer Anwendung in der Praxis in Deutschland zu beachten.

In diesem Zusammenhang wird es für sinnvoll angesehen, die Rahmenbedingungen für eine Beurteilung von Natural Attenuation- Prozessen in Deutschland in wasserrechtlicher Hinsicht insbesondere bzgl. dafür erforderlicher „Reaktionsräume“ näher zu konkretisieren.

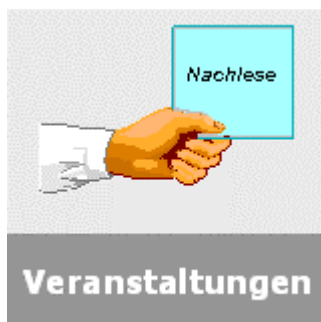
Nach derzeitigem Kenntnisstand können Natural Attenuation- Prozesse i. d. R. nur unter folgenden Randbedingungen bei der Beurteilung von Einzelfällen maßgeblich berücksichtigt werden:

1. Es muss eine umfassende Erkundung der Hydrogeologie, Hydrogeochemie, Hydraulik, der Schadensquelle und der Grundwasser- Verunreinigungsfahne sowie eine Auswertung weiterer Daten (z. B. Abbaukonstanten) erfolgen.
2. Natural Attenuation alleine ist i. d. R. nicht wirksam bei größeren mobilen Schadstoffphasen.
3. Maßnahmen an der Quelle können durch Natural Attenuation i. d. R. nicht ersetzt werden.
4. Natural Attenuation-Prozesse können i. d. R. andere Maßnahmen unterstützen.
5. Maßgebender Prozess bei N. A. sollte der mikrobiologische Abbau sein.
6. Metaboliten sind bei der Beurteilung zu berücksichtigen.
7. N. A.- Prozesse können nur dann einen Beitrag zur Gefahrenabwehr liefern, wenn durch sie die festgelegten Sanierungsziele erreicht werden.
8. Es ist in jedem Fall bis zum Erreichen des Sanierungsziels eine Grundwasser-Überwachung erforderlich (Monitored Natural Attenuation).
9. Bei progressiven Fahnen sollten Natural Attenuation Prozesse alleine ohne zusätzliche technische Maßnahmen nicht toleriert werden.
10. Im Zweifelsfall kann es erforderlich sein, den Nachweis einer stationären Fahne durch ein 3 bis 5 jähriges Grundwasser- Monitoring zu erbringen.
11. Die für Natural Attenuation bedeutsamen Prozesse und deren Auswirkungen sind festzustellen und in quantitativer Hinsicht abzuschätzen (konzeptionelles Standortmodell und ggf. Transport- und Reaktionsmodell).
12. Es ist eine Prognose der Schadstoffentwicklung (räumlich, quantitativ, zeitlich) im Hinblick auf das Erreichen des Sanierungsziels erforderlich.
13. Wenn Natural Attenuation- Prozesse entgegen der Prognose nicht zum Erreichen des Sanierungsziels beitragen, ist eine erneute Gefahrenbeurteilung durch die zuständige Behörde durchzuführen ggf. mit einer Entscheidung über weitere (technische) Maßnahmen.

## 8. Literatur

- [1] ASTM (1998a): Standard Guide for Remediation of Ground Water by Natural Attenuation at Petroleum Release Sites (E 1943-98).-43 S.; August 1998; West Conshohocken, Pennsylvania
- [2] ASTM (1998b); RBCA Fate and Transport Models: Compendium and Selection Guidance.- 30 S.; West Conshohocken, Pennsylvania (<http://www.epa.gov/oust/rbdrm>)
- [3] Beitinger, E; Jungbauer, H.; Rochmes, M. (1999): "Monitored Natural Attenuation- ein neues Sanierungsverfahren? - Zehn Thesen zur Anwendung - ". TerraTech 5/1999, S. 28- 31.
- [4] Buscheck, T., Alcantar, C. M. (1995):Regression techniques and analytical solutions to demonstrate intrinsic bioremediation.- In: Proceedings of the 1995 Battelle International Conference on In Situ and On Site Bioreclamation (April 1995)
- [5] Domenico, P. A. (1987): An analytical model for multidimensional transport of a decaying contaminant species.- J. Hydrol. 91: 49-58

- 
- [6] Martus, P.; Püttmann, W.: Anforderungen bei der Anwendung von „Natural Attenuation“ zur Sanierung von Grundwasserschadensfällen. *altlasten spektrum* 2/2000 S. 87- 106
- [7] Müller, D. (1999): "Natural Attenuation - Überwachen als (statt) Sanieren?" *Altlasten-Spektrum* 6/99, S. 349 - 353, 1999.
- [8] Schmitz, H.J. (1999): "Zurück zur Natur". *TerraTech* 6/1999, S. 8
- [9] Sondermann, W.D. (1999): "Natural Attenuation... Naturnahe Sanierungsstrategie?" *Altlasten-Spektrum* 6/99, S. 325 - 326, 1999.
- [10] Teutsch, G.; Grathwohl, P.; Schiedek, T. (1997): "Literaturstudie zum natürlichen Rückhalt / Abbau von Schadstoffen im Grundwasser". Bericht des Lehrstuhls für Angewandte Geologie, Universität Tübingen (im Auftrag der LfU Baden-Württemberg), 1997.
- [11] Teutsch, G.; Rügner, H. (1999): "Entwicklung von Bewertungskriterien natürlicher Schadstoffabbauprozesse in Grundwasserleitern als Grundlage für Sanierungsentscheidungen bei Altstandorten". Zwischenbericht des Lehrstuhls für Angewandte Geologie, Universität Tübingen (im Auftrag der LfU Baden-Württemberg), unveröffentlicht, 1999.
- [12] US-EPA (1998): "Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Groundwater". EPA/600/R-98/128, Washington D.C.
- [13] US-EPA (1999): "Use of Monitored Natural Attenuation at Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites". - United States Environment Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response (OSWER); OSWER-Directive 9200.4-17-P, April 1999. Washington D.C.
- [14] Wiedemeier, T. H.; Wilson, J. T.; Kampbell, D. H. (1995): "Technical Protocol for Implementing Intrinsic Remediation with Long Term Monitoring for Natural Attenuation of Fuel Contamination Dissolved in Groundwater". Volume I and II. Air Force Center of Environmental Excellence (AFCEE)/ Brooks Air Force Base, San Antonio, Texas.
- [15] Wiedemeier, T. H.; Rifai, H. S.; Newell, Ch. J.; Wilson J. T. (1999): *Natural Attenuation of Fuels and Chlorinated Solvents in the Subsurface* John Wiley & Sons, Inc. USA (ISBN 0-471-19749-1).



## Fachtagung "Sanierung und Entwicklung teerkontaminierter Standorte"

Dipl.-Ing. Peter Börke (LfUG)

Am 20. und 21. März 2001 fand an der Technischen Universität Dresden eine Tagung zum oben genannten Themenschwerpunkt statt. Veranstalter und Träger waren unter anderen die DECHEMA e.V. Frankfurt am Main, die TU Dresden, die TU München, der ITVA mit dem Altlastenforum Sachsen und das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft sowie das Thüringer Ministerium Landwirtschaft, Natur und Umwelt.

Schwerpunktgemäß waren die Vorträge ausgerichtet auf neue Erkenntnisse der Untersuchung, Bewertung und Sanierung, aber auch der Nachnutzung teerkontaminierter Standorte. Das Ausbreitungsverhalten polyzyklischer aromatische Kohlenwasserstoffe aus Teerablagerungen in der ungesättigten Bodenzone einerseits und im Grundwasser andererseits sowie praktische Erfahrungen beim Umgang mit Teer und teerhaltigen Ablagerungen bei der Sanierung bildeten zentrale Punkte der gebotenen Themenbreite. Außerdem wurden Ansätze für die Bewertung eingetretener Grundwasserschäden aus teerkontaminierten Standorten diskutiert. Der Vortrag von Herrn Dr. Großmann zum Ökologischen Großprojekt Lautawerk lieferte dazu ein gutes Beispiel.

Die Ausführungen zur Aufbereitung und Konditionierung teerhaltiger Ablagerungen sowie die dargestellten Möglichkeiten der stofflichen und energetischen Verwertung von Teerschlamm trafen auf ein interessiertes Fachpublikum, was sich in der den Vorträgen folgenden Diskussion zeigte. Ein immer wieder aufgegriffenes Thema ist dabei die Problematik des Arbeitsschutzes, auftretender Emissionen sowie die Frage nach der Entstehung von Dioxinen, die von vielen Seiten eindeutig verneint wurde.

Der Vortrag von Frau Dr. Lamont von der University College of Cape Breton in Kanada lieferte einen Einblick in die Vorgehensweise bei der Teerseenanierung nach den kanadischen "CCME"-Regeln, die der Rat der Umweltminister im Rahmen des Sanierungsprogramms für kontaminierte Standorte im Jahr 1992 festgelegt hat.

Die am zweiten Tag stattfindende Exkursion zu den Sanierungsstandorten der Teerseen in Schwarze Pumpe und Lauta gaben gute Einblicke in die Sanierungspraxis. In Schwarze Pumpe wurde die Verwertung der flüssig/pastösen und damit pumpfähigen Teerseebestandteile durch Flugstromvergasung und Erzeugung zu Rohsynthesegas und die Aufbereitung der festen bis pastösen Massen durch Mischung mit Trockenklärschlamm zu Ersatzbrennstoff in Pelletform vorgestellt. In Lauta wurden die Ergebnisse und Erfahrungen der Pilotsanierung (das Ausheben zweier Teilbereiche mehrerer ineinander übergehender Teerseen) vorgestellt, die als Grundlage für die abschließende Sanierung dienen sollen.





# Flüchtige und staubförmige Schadstoffe bei der Bewertung von AVFL hinsichtlich des Schutzes Mensch

Dipl.-Ing. Antje Sohr (LfUG)

## 1. Einleitung

Ein Schadherd kann über verschiedene Wirkungspfade den Menschen gefährden. In der BBodSchV wurden jedoch nur Prüf- bzw. Maßnahmenwerte für die Wirkungspfade Boden-Mensch (Direktkontakt), Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser festgelegt.

Bei einer Ausbreitung von Schadstoffen über die Luft ist der Pfad Boden-Luft (-Mensch) zu berücksichtigen. Besonders relevant ist dabei die Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen über die Bodenluft in die Raumlufte bzw. die Ausbreitung von staubförmigen Schadstoffen vom Boden in die Außenluft.

Nachfolgender Artikel unterbreitet auf der Basis der Ableitungsmaßstäbe der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) Vorschläge für die Bewertung flüchtiger Schadstoffe in der Raumlufte und Hinweise für die Bewertung von staubförmigen Schadstoffen.

Grundlage der o.g. Ableitungsmaßstäbe ist eine orale, dermale oder inhalative Aufnahme von Schadstoffen durch den Menschen. Bei flüchtigen und staubförmigen Schadstoffen ist vor allem eine inhalative Aufnahme zu beachten. Die Bewertung unterliegt dabei anderen Ableitungskriterien als bei der oralen Aufnahme. Ausgangspunkt ist die Inhalationstoxizität. Im Gegensatz zur oralen Aufnahme müssen bei der Staubinhalation die Bodenaufnahmerate für Staub bzw. die Staubkonzentration und ein Anreicherungsfaktor sowie bei der Inhalation von flüchtigen Schadstoffen das Atemvolumen bzw. die Atemrate und die Resorption berücksichtigt werden.

## 2. Flüchtige Schadstoffe

### 2.1 Bewertungsmaßstäbe der BBodSchV

Eine Bewertung von altlastverdächtigen Flächen erfolgt auf der Stufe der orientierenden Untersuchung "insbesondere auch anhand von Prüferten", § 4 Absatz 1 BBodSchV.

Prüferten für die Pfade Boden-Mensch (Direktpfad), Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser sind mit der Verabschiedung des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) und der BBodSchV gesetzlich verankert. Die Ableitung der Prüferten erfolgte auf der Basis von § 4 Abs. 5 BBodSchV nach den Ableitungsmaßstäben, die im Bundesanzeiger Nr. 161 a vom 28. August 1999 veröffentlicht wurden.

Sind Prüfwerte überschritten, liegen konkrete Anhaltspunkte vor, die den hinreichenden Verdacht einer Altlast begründen, § 3 Absatz 4 BBodSchV. Entsprechend § 9 Absatz 2 BBodSchG kann dann die Behörde weitere Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung anordnen.

Für den Pfad Boden-Luft (-Mensch) ergibt sich nun die Frage, ab wann hier entsprechend § 9 Abs. 2 BBodSchG konkrete Anhaltspunkte gegeben sind, die den hinreichenden Gefahrenverdacht begründen und damit eine Detailuntersuchung rechtfertigen.

## 2.2 Ergänzende Ableitungsmethoden und –maßstäbe bei weiteren Stoffen (flüchtige Stoffe)

Neben den Ableitungsmaßstäben für Prüfwerte gibt es auch ergänzende Ableitungsmethoden und –maßstäbe für weitere Stoffe (flüchtige Schadstoffe) in der UBA-Veröffentlichung zur Berechnung von Prüfwerten [1]. Diese orientierenden Hinweise führen zu Prüfwerten von flüchtigen Stoffen für den Boden, die zwar in der Verbindlichkeit hinter den Prüfwerten von nichtflüchtigen Stoffen zurückstehen, aber auf gleichen toxikologischen Grundlagen wie diese erarbeitet wurden. Ausgehend von diesen toxikologisch fundierten Grundlagen kann man folgende Überlegungen anstellen:

Hinter dem Szenario "Wohngebiet" in [1] verbirgt sich der Pfad Boden-Luft (-Mensch). Für den konkreten Wirkungspfad Bodenluft-Raumluft-Mensch wird ein "Prüfwert" für den Boden berechnet. Die Annahmen, die dabei zugrunde liegen, bergen aber Unsicherheiten in sich, die ausgeschlossen werden können, wenn man nicht den Boden bewertet, sondern direkt die Raumluft als Kontaktmedium zum Menschen. Zulässige Raumluftkonzentrationen sind aus den angegebenen "Prüfwerten" für den Boden ableitbar.

Der "Prüfwert" für den Boden berechnet sich nach [1] Abschnitt B 060 S. 13 wie folgt:

$$\text{Prüfwert (mg / kg)} = \frac{C_{as}}{K_{as}} = \frac{C_a \cdot TF_{BR}}{K_{as}} \quad (1)$$

$$C_a = \frac{TRD \cdot (F_{gef} - 0,8) \cdot \text{Körpergewicht}}{\text{Atemvolumen} \cdot \text{Resorption}} = \frac{TRD \cdot (F_{gef} - 0,8) \cdot 10\text{kg}}{7\text{m}^3 / \text{d} \cdot \text{Resorption}} \quad (2)$$

Die Berechnungsformeln beziehen sich auf Kleinkinder als die sensibelste Nutzergruppe.

mit:  $C_a$  = gefahrenbezogene Luftkonzentration

$C_{as}$  = Bodenluftkonzentration, die mit der gefahrenbezogenen Luftkonzentration korrespondiert

$F_{gef}$  = Gefahrenfaktor

$K_{as}$  = stoffbezogener Boden-Bodenluft-Verteilungskoeffizient

$TF_{BR}$  = Transferfaktor Bodenluft-Raumluft

Steht kein TRD-Wert zur Verfügung (bei Stoffen mit lokaler Wirkung auf den Atemtrakt (Referenzkonzentration) und bei Stoffen mit kanzerogener Wirkung (Dosis bei Risiko  $10^{-5}$ )) sind die Formeln entsprechend den Ableitungsmaßstäben analog anzuwenden.

Die Bodenluftkonzentration  $C_{as}$  ergibt sich also aus der gefahrenbezogenen (Raum)Luftkonzentration und einem Transferfaktor, der im wesentlichen von der Qualität des Gebäudefundamentes und den Raumbedingungen (Lüftung, Größe etc.) abhängt. Die Parameter  $C_a$  und  $C_{as}$  sind also die korrespondierenden Konzentrationen von Raumluft und Bodenluft, deren Verhältnis durch den Transferfaktor  $TF_{BR}$  gekennzeichnet ist. Dieser Transferfaktor wird in diesen ergänzenden Ableitungsmethoden mit der konservativen Zahl von 1000 angesetzt. In realen Fällen schwankt allerdings der Transferfaktor sehr stark. Nach den Beispielen in [2] liegt er zwischen 20 und 5000. Ursachen sind einmal die ungleichen Gebäudefundamente und Raumbedingungen, aber auch das unterschiedliche Schadstoffverhalten und die fehlende Einstellung von Gleichgewichtszuständen. Außerdem spielt die Qualität der Bodenluftprobennahme eine wichtige Rolle. Damit ist diese Annahme von  $TF_{BR}=1000$  mit großen Unsicherheiten verbunden, die man umgehen kann, wenn man dort wo es möglich ist, eine direkte Bewertung der Raumluftkonzentration vornimmt.

### 2.3 Schlussfolgerung

Eine direkte Messung und Bewertung der Raumluft ist i.d.R. in den Fällen möglich, wenn sich reale Gebäude auf dem Standort befinden. Bei einem erst zu bauenden Gebäude ist nach wie vor eine Abschätzung der Raumluftkonzentration über Transferfaktoren notwendig.

Bei Messung und Bewertung der Raumluft ergeben sich die zulässigen Werte dann aus den festgelegten Prüfwerten des Bodens (nach Plausibilitätsprüfung):

$$C_a = \frac{\text{Prüfwert (mg / kg)} \cdot K_{as}}{TF_{BR}} = \frac{\text{Prüfwert (mg / kg)} \cdot K_{as}}{1000} \quad (3)$$

Die daraus errechneten Konzentrationswerte für die Raumluft entsprechen im Prinzip *gefahrenbezogenen* Werten, da ein Gefahrenfaktor enthalten ist. Diese werden nachfolgend als Dringlichkeitswerte bezeichnet. Bei Herausrechnung des Gefahrenfaktors ergeben sich sogenannte Besorgniswerte. Tabelle 1 enthält für 12 Stoffe die Prüfwerte für den Boden und die daraus berechneten Dringlichkeitswerte und Besorgniswerte. Dringlichkeitswerte und Besorgniswerte besitzen den Status von Orientierungswerten, siehe auch [3].

Schadstoff	Prüfwert Boden für flüchtige Schadstoffe aus den ergänzenden Ableitungsmethoden der BBodSchV in mg/kg	Dringlichkeitswert für Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft in mg/m <sup>3</sup>	Besorgniswert für Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft in mg/m <sup>3</sup>
<b>BTEX</b>			
Toluol	10	2,6	0,26
Xylol	10,5	4	0,4
<b>LHKW</b>			
o-Dichlorbenzol	50	1,2	1,2
p-Dichlorbenzol	50	1,5	0,7
1,2,4-Trichlorbenzol	24,3	0,06	0,006
1,3,5-Trimethylbenzol	200	2,3	0,23
Dichlormethan	0,1	0,12	0,10
Trichlormethan	0,1	0,014	0,006
1,1,1-Trichlorethan	15	22	2,2
1,1,2-Trichlorethen	0,3	0,02	0,02
Tetrachlorethen	1,5	0,06	0,04
1,2-Dichlorpropan	1	0,13	0,013

**Tab. 1: Zuordnung der Prüfwerte für den Boden zu Dringlichkeitswerten und Besorgniswerten für Raumluft bei flüchtigen Schadstoffen**

## 2.4 Vorgehen in der Technischen Untersuchung

Wenn Bodenluftwerte auffällige Ergebnisse geliefert haben und der Wirkungspfad Boden-Raumluft-Mensch relevant ist, sind Raumluftwerte aufgrund ihrer Aussagekraft schon in der Orientierenden Untersuchung zu ermitteln, spätestens aber in der Detailuntersuchung notwendig. Bei Überschreitung von Dringlichkeitswerten sind dringend weitere Untersuchungen sowie konkrete Expositionsabschätzungen anhand der Nutzung (Dauer, Nutzergruppe) des Gebäudes notwendig. Bei Unterschreitung von Besorgniswerten sind keine weiteren Untersuchungen notwendig, der Gefahrenverdacht ist ausgeräumt (bei repräsentativer Probenahme). Diese Orientierungswerte sind auch im Materialienband "Handhabung von Orientierungswerten sowie Prüf- und Maßnahmenwerten zur Gefahrenverdachtsermittlung für die Altlastenbehandlung in Sachsen" enthalten, der sich in Vorbereitung befindet.

### **3. Staubförmige Schadstoffe**

#### **3.1 Bewertungsmaßstäbe der BBodSchV**

Staubförmige Schadstoffe werden in den Ableitungsmethoden und Maßstäben nach BBodSchV (entsprechend o.g. Bundesanzeiger) berücksichtigt. Das heißt, dass bei der Einhaltung von Prüfwerten für den Boden auch die Staubinhalation entsprechend der angenommenen Expositionsszenarien unkritisch ist. Bei der Probennahme für die inhalativ bedeutsamen Schadstoffe ist der Hinweis nach BBodSchV, Anh. 1, Tab. 1 zu beachten, den Boden in einer Tiefe von 0-2 cm zusätzlich zu erfassen. Inhalativ bedeutsam sind solche Schadstoffe, bei denen sich der inhalative Pfad nach den Ableitungsmaßstäben gemäß [1] als ausschlaggebend für die Festlegung des Prüfwertes erweist. Das betrifft die Schadstoffe Chrom, Nickel und Beryllium.

#### **3.2 Vorgehen in der Technischen Untersuchung**

Wenn Prüfwerte für den Boden überschritten werden (Orientierende Untersuchung) und der Wirkungspfad Boden-Luft-Mensch relevant ist, sind dringend weitere Untersuchungen notwendig. Es ist dann eine Expositionsabschätzung für den Einzelfall durchzuführen (Staubeinwirkzeit, Nutzergruppe, eventuell andere Staubmengen als im Standardnutzerszenario).

### **4. Literatur**

- [1] UBA (1999): Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten. Erich Schmidt Verlag
- [2] SEEGER, KLAUS-J. (1999): Fachliche Grundlagen zur Beurteilung von flüchtigen organischen Substanzen in der Bodenluft bei Altlasten. Hessische Landesanstalt für Umweltschutz, Wiesbaden
- [3] HUHNS, W. (2000): Die Sächsische Altlastenmethodik nach der Bundesbodenschutzverordnung. Vortrag zum Leipziger Altlasten-Seminar am 9.05.2000, Leipzig



## Überwachung, Eigenkontrolle und Nachsorge nach BBodSchV im Handbuch der Altlastensanierung

Dr.-Ing. Erik Nowak (LfUG)

Das von Franzius, Wolf und Brandt herausgegebene "Handbuch der Altlastensanierung" (C. F. Müller Verlag, Hüthig GmbH Heidelberg) informiert seit Jahren als Loseblattsammlung über rechtliche und fachliche Fragen der Altlastenbehandlung.

Mit der letzten Aktualisierung wurde ein Artikel ergänzt von Odensaß, Roth und Simon zur "Überwachung, Eigenkontrolle und Nachsorge nach BBodSchV". In diesem Artikel wird unter Bezugnahme zu einem Entwurf des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen die Thematik nach, § 5 Abs. 3 BBodSchV bearbeitet.

Der für das Frühjahr 2001 geplante Leitfaden, welcher inhaltlich beschrieben wird, soll eine konkrete Arbeitshilfe zur Praxisanwendung sein:

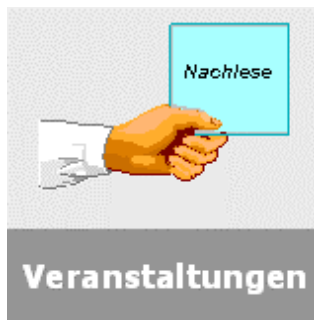
- bei der Ableitung erforderlicher Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen
- bei der Auferlegung von Eigenkontrollmaßnahmen gegenüber dem Pflichtigen sowie
- bei der gesamten Umsetzung der konkreten Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen im Einzelfall.

In tabellarischer Form werden verschiedene Übersichten zur Überwachung geboten

- mögliche Überwachungsmaßnahmen während der Durchführung von Flächenbegehungen
- Maßnahmen bei der Durchführung von GW-Überwachungsmaßnahmen
- Maßnahmen bei der Durchführung einer Bodenluft-/Deponiegasüberwachung.

Nachsorgemaßnahmen werden aufgelistet. Die bei der Kontrolle der Wirksamkeit erforderlichen Arbeiten werden am Beispiel einer Anlage zur Grundwassererfassung und -behandlung dargestellt.

Bezüglich der Erfassung, Auswertung, Bewertung und Dokumentation von Daten werden die in der o.g. Richtlinie enthaltenen Formblätter vorgestellt.



## 12. Leipziger Altlasten-Seminar am 08. Mai 2001

Dr.-Ing. Stefan Scholz (Prof. Dr.-Ing. Jessberger +PARTNER Leipzig GmbH)

Am 08. Mai 2001 fand das 12. Leipziger Altlasten-Seminar zum Thema Flächenrecycling im Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle statt. In drei Tagungsblöcken wurden vielfältige praktische Erfahrungen von kompetenten Ingenieuren und Naturwissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen sowie Juristen und Wirtschaftsprüfern in folgenden Themenkomplexen vorgestellt:

- Umweltrecht
- Flächenrecycling und Wertermittlung
- Ausschreibung und Vergabe im Umweltbereich.

Jedem Vortragsblock folgte eine rege Diskussionsrunde.

Im ersten Vortragsblock Umweltrecht rief der Vortrag von SANDEN (Universität Lüneburg) zum Thema Bundesbodenschutzgesetz und Bundesbodenschutzverordnung in der Praxis großes Interesse bei den Teilnehmern hervor. Es wurde auf die aktuelle Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichtes zur Begrenzung der Zustandsstörerhaftung eingegangen, aktuelle Entwicklung des Bodenschutz- und Altlastenrechts in den einzelnen Bundesländern und die Handlungsweisen bei fehlenden Prüf- und Maßnahmewerten der BBodSchV sowie die Relevanz älterer Wertelisten dargestellt.

MÜLLER (RA Prof. Müller & Kollegen) informierte über aktuelle Entwicklungen bei der rechtlichen Regelung von Sanierungsaufgaben mit Hilfe der behördlichen Zusicherung.

MENGLER (WISMUT) berichtete über die methodischen Ansätze bei der genehmigungsrechtlichen Behandlung von Haldensickerwässern.

Zum Thema Flächenrecycling und Wertermittlung wurden von GROßMANN / HILSE (GICON), ausgehend von der bisherigen Praxis der formalen Verkehrswertermittlung und anhand potenzieller Risiken unter Berücksichtigung der Sanierungsanforderungen und der Sanierungsmöglichkeiten, neue methodische Ansätze einer Studie für das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie vorgestellt.

Von MONNO (DBImm-VE) wurde die Entwicklung von Bahnarealen zu städtebaulichen Quartieren dargestellt.

Maßnahmen zum optimierten Bauablauf und Anwohnerschutz bei der Sanierung bewohnter Altlasten wurden von BALZER / WEIß (AICON) am Beispiel der ehemaligen Farbenfabrik Vossen, Bad Homburg, Hessen beschrieben.

MANSEL (IBGW) / GROßMANN (GICON) zeigten den Einsatz von Grundwassermodellen zur Ableitung angepasster und wirtschaftlich darstellbarer Sanierungslösungen am Beispiel des Großprojektes SOW Böhlen im nordwestsächsisch-thüringischen Braunkohlengebiet auf.

Die Landesanstalt für Altlastenfreistellung Sachsen-Anhalt wurde von BAYER (LAF) vertreten und Vorgehensweisen bei der Altlastenfreistellung und Neuansiedlung im Bundesland Sachsen-Anhalt veranschaulicht.

Die Reaktivierung, Rückbau und Sicherungsmaßnahmen wurde am Beispiel der Ilseder Hütte von KOMMALLEIN (J+P) aufgezeigt.

Im letzten Vortragsblock wurden von KÜPER (AHO) die Perspektiven der HOAI aus der Sicht des AHO betrachtet und dabei auf das Verhalten der Auftraggeber und -nehmer im nationalen Bereich sowie auf häufig festzustellende Abweichungen und Verstöße eingegangen. ZUBER (Prof. Burmeier GmbH) diskutierte Honorarfragen aus Sicht des Auftragnehmers und stellte dabei die Rolle der exakten Aufgabenstellung für den bearbeitenden Ingenieur heraus.

Das Seminar war wieder für alle Teilnehmer und Referenten ein interessanter Gedanken- und Erfahrungsaustausch mit reichhaltigen neuen Ansätzen und Erkenntnissen für die weitere interdisziplinäre Arbeit im Bereich des Flächenrecyclings.





## Aktuelle Internet-Adressen

### **Sächsisches Altlastenfachinformationssystem (SALFA-Web)**

Informationen über gesetzliche und fachliche Grundlagen der Altlastenbehandlung, Behördenadressen u.s.w. im Freistaat Sachsen

<http://www.lfug.de/veroeffentlichungen/verzeichnis/Abfall-Altlasten/SalfaWeb/salfaweb-nt/index.html>

### **Xfa-Web (Altlasten-, Bodenschutz- und Naturschutzfachinformationssystem)**

Informationen über gesetzliche und fachliche Grundlagen der Altlastenbehandlung, des Boden- und Naturschutzes im Land Baden-Württemberg

<http://xfaweb.iai.fzk.de/xfainfo>

### **Umweltbundesamt - Altlasten**

Veröffentlichungen des UBA, Links zu den deutschen Bundesländern und internationalen Organisationen

<http://www.umweltdaten.de/altlast/web1/start.htm>

### **Nordrhein-Westfalen Landesumweltamt - Altlasten**

Veröffentlichungen des LUA NRW zur Altlastenthematik

<http://www.lua.nrw.de/themen/home05altlasten.htm>

### **Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V.**

Informationen über den ITVA und seine Veröffentlichungen

<http://home.snafu.de/itva>

### **Altlastenforum Sachsen e.V.**

Informationen über den im Juli 2000 gegründeten sächsischen Verein und seine Arbeitskreise

<http://www.altlastenforumsachsen.de>

### **Bundesvereinigung Boden und Altlasten**

10 Thesen der BVBA zum Bodenschutz

<http://home.snafu.de/itva/dachverb2.html>

### **Umweltbundesamt Österreich**

Altlasteninfos

<http://www.ubavie.gv.at/index.htm>

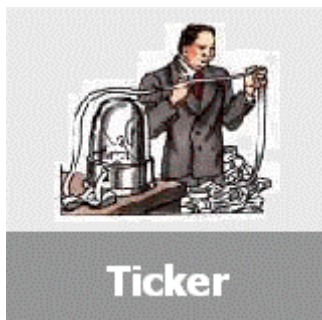
### **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft der Schweiz Sektion Altlasten und Tankanlagen**

<http://www.buwal-altlast.ch/>

### **Länder-Arbeitsgemeinschaft Boden (LABO) LABO**

Informationen über Vorhaben und Arbeitskreise der LABO

<http://www.umwelt.bremen.de/buisy/scripts/buisy.asp?doc=BO+LABO+Seiten>



**Ticker**

## Zum Schluss

- Das XII. Sächsische Altlastenkolloquium findet am 8./9. Nov. 2001 zur Thematik "Altlastenbehandlung in Freistellungsfällen ,;Grundlagen, Anforderungen und Praxis" in Coswig bei Dresden statt.
- Die Arbeitsschutzrichtlinie ZH 1/183, Ausgabe 04.97, wurde durch die BGR 128:2000 (Berufsgenossenschaftliches Regelwerk 128) ersetzt. Diese Arbeitsschutzrichtlinie BGR 128 ist rechtsverbindlich und von den am Vollzug der BBodSchV Beteiligten im Sinne des Arbeits- und Gesundheitsschutzes anzuwenden.

### Kontaktadressen der Autoren

- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG), Referat Altlasten  
01109 Dresden, Zur Wetterwarte 11, ☎ 0351 - 8928 -  
Herr Börke (408), Herr Dr. Huhn (410), Herr Dr. Nowak (426), Frau Sohr (411), Frau Wagner (425)
- Herr Zobel  
Staatliches Umweltfachamt (StUFA) Plauen  
08507 Plauen, Postfach 100381, ☎ 03741/ 206 124
- Herr Dr. Kiesel  
Staatliches Umweltfachamt (StUFA) Leipzig  
04332 Leipzig, Postfach 241215, ☎ 0341/ 242 1144
- Herr Schadock  
Staatliches Umweltfachamt (StUFA) Chemnitz  
09112 Chemnitz, Stephanplatz 3, ☎ 0371/ 358 319
- Herr Kloppenburg  
Prof. Burmeier Ingenieurgesellschaft mbH (BIG)  
09130 Chemnitz, Ludwig-Kirsch-Straße 22, ☎ 0371/432 780
- Herr Dr. Scholz  
Prof. Jessberger + PARTNER GmbH  
04279 Leipzig, Bornaische Str. 210, ☎ 0341/333 8930
- Herr RD Jendrike  
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Abteilung Wasser,  
Abfall, Altlasten  
01075 Dresden, ☎ 0351/564-2376
- Landesumweltamt Nordrhein - Westfalen  
45023 Essen, Postfach 102363, ☎ 0211/983 086 2551

**Wir sind an Ihrer Meinung über die Veröffentlichungen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) interessiert.**

**Bitte faxen Sie den nachfolgenden Fragebogen ausgefüllt zurück an das**

## FAX

Sächsisches Landesamt  
für Umwelt und Geologie  
Stabsstelle 1, Öffentlichkeitsarbeit  
Zur Wetterwarte 11  
01109 Dresden

Tel.: 0351/8928352  
Fax: 0351/8928225  
Email: Stabsstelle1@lfug.smul.sachsen.de

## Fragebogen

für die Veröffentlichung:  
**Altlasten Aktuell Nr. 8**

**1. Wie sind Sie auf die Veröffentlichung aufmerksam geworden?**

.....  
.....

**2. Zu welcher der folgenden Zielgruppen gehören Sie?**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Behörden                 | <input type="checkbox"/> Parteien       | <input type="checkbox"/> Ingenieurbüros |
| <input type="checkbox"/> öffentliche Bibliotheken | <input type="checkbox"/> Museen         | <input type="checkbox"/> Betriebe       |
| <input type="checkbox"/> Hochschulen              | <input type="checkbox"/> Verbände       | <input type="checkbox"/> Sonstige       |
| <input type="checkbox"/> Schulen                  | <input type="checkbox"/> Vereine        |   |
| <input type="checkbox"/> Institute                | <input type="checkbox"/> Privatpersonen |   |

**3. Wie nutzen Sie die Veröffentlichungen des LfUG?**

- im Beruf                       in der Ausbildung                       privat

**4. Sind Sie mit dem Informationsgehalt zufrieden?\***

- 1    2    3    4    5    6

**5. Wie beurteilen Sie das Layout und die optische Darstellung der Veröffentlichung?\***

- 1    2    3    4    5    6

**6. Ist der fachliche Inhalt aussagefähig dargestellt?\***

- 1    2    3    4    5    6

**7. Wie ist Ihr Gesamteindruck?\***

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6

**8. Welche Themenbereiche sind in der Veröffentlichung zu kurz gekommen?**

.....

.....

.....

**9. Ihre Meinung, Verbesserungsvorschläge, Kritik oder Lob!**

.....

.....

.....

.....

**10. Ggf., wie beurteilen Sie die Höhe des Entgelts der Veröffentlichung?**

.....

.....

.....

**11. Möchten Sie über vergleichbare Veröffentlichungen des LfUG informiert werden?**

ja                       nein

Falls ja, werden Sie automatisch in den Verteiler der Materialienreihe aufgenommen. Dazu bitte Ihren Namen und Adresse unten angeben. Die Angaben werden vertraulich behandelt.

***Jeder ausgefüllte Fragebogen trägt zur Verbesserung der Veröffentlichungen des LfUG bei.***

***Wir bedanken uns daher für die Beantwortung der Fragen.***

\* Erläuterungen:

- 1 = sehr gut
- 2 = gut
- 3 = befriedigend
- 4 = ausreichend
- 5 = mangelhaft
- 6 = ungenügend

Name: .....

Vorname: .....

Straße Nummer: .....

Postleitzahl Wohnort: .....

Telefon: .....

Fax: .....

Email: .....