

Erfahrungen des Beratungsrings „Erosionsmindernde Landwirtschaft e.V.“

K.-H. Sander

Beratungsring „Erosionsmindernde Landwirtschaft e.V.“

Was bedeutet Erosion? Es ist der Abtrag von Boden durch Wind oder auch Wasser. Auf unseren Böden in der Lommatzcher Pflege ist die Wassererosion ein Problem. Stark gefährdet sind Hanglagen, trockene und nicht bewachsene Flächen. Durch die z.T. sehr hohen Niederschläge kommt es dann auf unseren Lößböden zu Erdabträgen bester Bodenbestandteile – Feinerde Schluff – in Größenordnungen von mehr als 100 t/ha.

Hier können wir Landwirte durch veränderte Bewirtschaftungsverfahren Einfluss nehmen und die Abträge fast bis auf Null reduzieren.

Aufgrund verschiedener schwerwiegender Ereignisse durch Bodenerosion und eines Expo-Projektes (computergestütztes Simulationsmodell E2D bzw. E3D von Erdbewegungen unter bestimmten Voraussetzungen) wurde am 17.11.1997 der Beratungsring „Erosionsmindernde Landwirtschaft e.V. im Jahna – Einzugsgebiet“ gegründet.

Unterstützung haben wir vom ersten Tage an durch die Landwirtschaftsämter Großenhain und Döbeln bekommen. Wir sind inzwischen 27 Landwirtschaftsbetriebe und haben uns seit letztem Jahr für den ganzen Freistaat Sachsen geöffnet.

Unser Ziel ist die Sicherung einer nachhaltigen umweltschonenden Landwirtschaft.

Insbesondere soll die Umwelt entlastet werden durch:

- Schutz des fruchtbaren Oberbodens vor Abtrag,
- Schutz der Gewässer vor Nährstoff- und Sedimenteintrag,
- Schutz von Ortslagen, Verkehrswegen und Landschaftselementen vor Sedimentablagerungen.

Unsere Aufgaben sind vorrangig, die eigenen Erfahrungen der veränderten Bodenverarbeitung mit den einhergehenden Erfolgen weiter in andere Betriebe zu tragen, natürliche Erfahrungen untereinander auszutauschen mit Unterstützung der Landwirtschaftsämter, Nutzung der Computertechnik für Vorgehensweisen unter erschwerten Bedingungen z.B. bei Entscheidungen in Flurneuordnungsverfahren zur Erstellung von Grünstreifen, Auffangteichen und vieles mehr. Hier hat unsere Arbeit mehrfach Früchte getragen.

Des Weiteren werden Feldtage, Vortragsveranstaltungen und Workshops zur konservierenden Bodenbearbeitung durchgeführt. Hier ist eine immer größere Besucherzahl erkennbar.

In den zurückliegenden Jahren wurden die Feld- und Praxistage mit unterschiedlichen Schwerpunkten durchgeführt, immer mit diversen Anbietern von neuester Technik zur Realisierung von konservierender Bodenverarbeitung (Bodenbearbeitung ohne Pflugeinsatz).

1. **Mulch- und Direktsaat von Zuckerrüben**

2. **Mulch – und Direktsaat von Mais**

Bei diesen beiden Verfahren ist eine Spezialtechnik notwendig, also mit schneidenden Vorwerkzeugen, die mit Mehrkosten verbunden sind.

3. **Stoppelmanagement**

Hier wurden die verschiedensten Bodenbearbeitungsgeräte eingesetzt, um flachgründig die gehäckselte Strohmasse der vorangegangenen Weizenernte mit der Erdoberfläche zwischen 3 und 10 cm Tiefe zu mischen, um eine optimale Strohhorte zur nächsten Hauptkultur zu bekommen.

4. **Kartoffel legen in Mulch**

Wie allgemein bekannt, ist das Legen der Knolle mit viel Erdbewegung verbunden, wobei es bei Mulch mit hoher organischer Substanz an der Oberfläche bei der Technik schnell zu Komplikationen kommen kann.

5. **Mähdrescher – verlustarme Einstellung und optimale Strohverteilung**

Hier ist die Technik nach wie vor gefordert, denn mit der richtigen gleichmäßigen Strohverteilung ist der Grundstein für gute Erträge der Folgekultur ohne Pflugeinsatz gegeben.

6. **Pfluglose Rapsaussaat**

Birgt einige Risiken, die es zu meistern gilt (Schnecken, Mäuse).

7. **Tiefenlockerung**

Hat nur Bedeutung auf Flächen, die verdichtet sind. Hier soll eine Auflockerung passieren bis zu einer Tiefe von ca. 40 cm, ohne Boden zu wenden und um gleichzeitig eine Austrocknung des Bodens zu vermeiden.

An allen Feldtagen hat die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft die wissenschaftliche Betreuung übernommen und Auswertungen vorgenommen, die immer sehr aufschlussreich sind.

Am 03. September 2003 findet der 8. Feld- und Praxistag statt. Diesmal sollen **Zwischenfrüchte in Mulch- und Direktsaatverfahren** getestet werden. Auch hier ist wieder neueste Technik im Einsatz zu sehen, wobei abermals eine Kontrolle der Leistung vorgenommen wird, um Aussagen zur Praxistauglichkeit unter konservierender Bodenbearbeitung vornehmen zu können.

Aspekte des Bodenschutzes bei der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung – Erfahrungen aus der Praxis

Ute Hinrichs
Staatliches Umweltfachamt Plauen

Rechtliche Grundlagen in Sachsen

Grundlage für die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung bildet das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und das Sächsische Naturschutzgesetz (SächsNatSchG). Diese Gesetze enthalten die Definition des Begriffes „Eingriff“ sowie die Forderung der Kompensation von Eingriffen. Es wird darauf hingewiesen, dass von einem Eingriff durch ein Vorhaben in der Regel nur dann ausgegangen werden kann, wenn eine Genehmigung für das Vorhaben nach anderem Recht erforderlich ist.

In Sachsen erfolgt die Bilanzierung des Kompensationsumfanges häufig auf der Basis der Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) über den Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft (Naturschutz-Ausgleichsverordnung – NatSchAVO). Die Verordnung beinhaltet ein Bewertungsschema der Eingriffs- sowie Ausgleichs- und Ersatzflächen durch eine Zuordnung zu Flächennutzungstypen und Flächenfunktionen. Die Bilanzierung des Kompensationsumfanges ist damit auf die aktuelle und geplante Nutzung der betroffenen Flächen beschränkt.

Durch zwei Erlasse des SMUL zum Vollzug der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung ist bei bodenzerstörenden Eingriffen prioritär eine bodenbezogene Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahme durchzuführen. Die Kompensationsverpflichtung hat demgemäß vorrangig durch Abriss von Bauwerken und Flächenentsiegelung zu erfolgen. Diese Maßnahmen sind in der Regel an vergleichsweise hohe Kosten gebunden, so dass für die Anrechnung der Kompensation spezielle Faktoren vorgesehen sind. Zusätzlich wird auf die Errichtung eines Ökokontos hingewiesen, auf dem die betroffene Gemeinde durchgeführte bodenbezogene Maßnahmen verbuchen kann und diese als Ausgleichs- und/oder Ersatzmaßnahme bei späteren Eingriffen anrechnen lässt.

Bei Baumaßnahmen sind das Baugesetzbuch (BauGB) und die Sächsische Bauordnung (SächsBO) zu befolgen. Demgemäß ist dem Optimierungsgebot (§ 1 a BauGB) nach einem sparsamen und schonenden Umgang mit Grund und Boden zu genügen. Des Weiteren wird in diesen baurechtlichen Grundlagen auf die Einbindung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung in der Abwägung verwiesen.

Zusätzlich kann auch das Raumordnungsgesetz (ROG) durch seine in § 2 Abs. 8 enthaltene Forderung: „... Bei dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen soll der Boden in seiner Leis-

tungsfähigkeit erhalten oder wiederhergestellt werden. ...” für die Eingriffsregelung herangezogen werden.

Abschließend sei hier noch auf die mittelbar wirkende Zielsetzung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) und des Sächsischen Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetzes (SächsABG) verwiesen, die eine Sicherung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen beinhalten.

Beispiele aus Südwestsachsen (SWS)

In einem ersten Beispiel werden durchgeführte Entsiegelungsmaßnahmen auf einem Militärgelände vorgestellt. Die abzureißenden ehemaligen Fahrzeughallen liegen weit entfernt von sonstiger Bebauung und innerhalb eines Landschaftschutzgebietes. Nach der Beräumung der Fundamente wurden die Flächen der natürlichen Sukzession überlassen.

Ein zweites Beispiel zeigt einen Abriss und eine Entsiegelung eines innerstädtischen Wohnhauses sowie eines Schuppens. Nach der Beräumung des Bauschuttes und einer anschließenden Geländemodellierung erfolgte ein Mutterbodenauftrag und eine Begrünung durch Ansaat und Anpflanzung. Das renaturierte Grundstück besitzt eine Fläche von 650 m² und befindet sich im Bereich eines im Zusammenhang bebauten Innenstadtbereichs. Zur Begründung für diese naturschutzrechtliche Maßnahme wird ausgeführt, dass sich die Fläche in einem Kaltluftentstehungsgebiet befindet.

Sowohl die Maßnahme des ersten wie auch des zweiten Beispiels wurden als Ökopunkte auf den Ökokonten der betroffenen Gemeinden verbucht und können bei späteren Eingriffen als Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahme verrechnet werden.

Das dritte Beispiel behandelt die Planung einer 16 ha großen Gewerbegebietserweiterung. Da das betroffene Gelände an einem Hang liegt, ist vor der Errichtung von Gebäuden eine Geländemodellierung der Gesamtfläche notwendig. Die baurechtlichen Festsetzungen lassen eine Vollversiegelung von 8 ha zu. Die überplante Fläche weist hochwertige Lößböden auf und wird derzeit ackerbaulich genutzt. Der geplante Eingriff wird nur nach dem derzeit vorhandenen Biotopzustand bewertet und enthält keinen bodenbezogenen Ausgleich. Den zuständigen Mitarbeitern der betroffenen Baubehörde sind die Erlasse zur Optimierung der Kompensationsverpflichtung nicht bekannt, ein Ökokonto existiert nicht. Nach eigenen Recherchen sind in der Nähe der Eingriffsfläche potentielle Entsiegelungsflächen vorhanden. Diese Möglichkeit der Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahme wird jedoch nicht weiter geprüft. In Abstimmung mit dem Naturschutz kann die Anlage eines Laichgewässers in der nahegelegenen Aue als Ersatzmaßnahme verhindert werden.

Die Beispiele dokumentieren exemplarisch Abriss- und Entsiegelungsvorhaben und die naturschutzgerechte Nachnutzung sowie den Einsatz mit Ökokonten, andererseits aber auch

bestehende Defizite bei der Bewertung von Eingriffen und Kompensation aus Sicht des Bodenschutzes.

Bewertung aus Sicht des Bodenschutzes

Bei einem Eingriff in das Schutzgut Boden bietet das Bundesbodenschutzgesetz keine vollzugsrelevanten Regelungen. Ein Ausgleich eines solchen Eingriffes ist nur über das Naturschutzrecht möglich. Häufig werden in Planungsverfahren die für den Bodenschutz zuständigen Mitarbeiter erst beteiligt, wenn das Vorhaben zur Genehmigung eingereicht wird. Bereits im Vorfeld der Genehmigung durchgeführte Absprachen zur Eingriffsregelung finden in der Regel ohne eine Berücksichtigung der speziellen Belange des Bodenschutzes statt.

Eine Bilanz nach einem Jahr Beobachtung der Eingriffsregelung in SWS führt zu dem Schluss, dass viele Vorhaben ohne einen bodenbezogenen Ausgleich oder Ersatz genehmigt werden.

Einige Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen bedeuten eine zusätzliche Beeinträchtigung des Schutzgutes Boden. Dies trifft z. B. auf die Anlage von Laichgewässern oder die Herstellung von Rohbödenstandorten zu.

Ansprüche des Bodenschutzes an die Eingriffsregelung und Ausblick

Erfahrungen in SWS machen deutlich, dass eine verbesserte Berücksichtigung des Schutzgutes Boden bei der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung anzustreben ist. Dies bezieht sich sowohl auf die grundlegende Bewertung eines Eingriffes als auch auf Möglichkeiten der sinnvollen bodenbezogenen Kompensation.

Bei der Bewertung eines Eingriffes ist es aus Sicht des Bodenschutzes notwendig, eine funktionsbezogene Bewertung des Bodens als maßgebliche Standortvoraussetzung für Flora und Fauna durchzuführen. Die betroffenen Böden sind bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit im Naturhaushalt sowie ihres Biotopentwicklungspotentials zu bewerten. Die alleinige Bewertung des aktuell vorhandenen Biotops auf der Eingriffsfläche ist nicht ausreichend und führt bei der derzeitigen Bewertungspraxis zu einer sehr geringen Gewichtung ackerbaulich genutzter Flächen. Aus Sicht des Bodenschutzes ist eine Novellierung der Naturschutz-Ausgleichsverordnung (NatSchAVO) anzustreben. Darüber hinaus ist es auch nicht zu akzeptieren, dass bei Straßenbaumaßnahmen nur die tatsächlich versiegelten Flächen als Eingriff gewertet werden und somit überschüttete Böden im Bereich von Dämmen und Böschungen bei der Kompensationsberechnung unberücksichtigt bleiben.

Bei Baumaßnahmen mit Versiegelung des Bodens ist nur Entsiegelung als wirklich „bodenbezogen“ zu akzeptieren. Dabei ist darauf hinzuwirken, dass die natürlichen Bodenfunktionen der entsiegelten Flächen tatsächlich wieder hergestellt werden. Nur so kann auch den Anforderungen des Bodenschutz- sowie des Baurechts genügt werden. Außerdem sind die

Bodenfunktionen der Böden von Ausgleichs- und Ersatzflächen durch die angeordneten naturschutzrechtlichen Maßnahmen nicht zusätzlich zu beeinträchtigen.

Um den Belangen des Bodenschutzes in Sachsen besser gerecht zu werden, ist eine Angleichung des SächsNatG an die SächsBO notwendig. Bei Aufschüttungen oder Abgrabungen im Außenbereich ist in Sachsen eine Genehmigung nach Baurecht immer dann erforderlich, wenn durch das Vorhaben eine Fläche von mehr als 300 m² betroffen oder eine Höhe/Tiefe von 2 m erreicht wird. Ein Eingriffstatbestand liegt nach SächsNatG aber nur dann vor, wenn beide Kriterien erfüllt werden (300 m² und 2 m Höhe/Tiefe). Dies hat z. B. zur Folge, dass großflächige, auch mehrere ha große, Aufschüttungen geringer Höhe (Parkplatzbau) zwar baurechtlich genehmigungsbedürftig sind, aber keinen Eingriff darstellen und demzufolge auch kein Ausgleich oder Ersatz notwendig ist.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass die Eignung von Standorten für potentielle Entsiegelungsmaßnahmen aus naturschutzfachlicher Sicht häufig nicht gegeben ist.

Aus Sicht des flächenschonenden Bodenschutzes sind weitere Anreize für Entsiegelungsmaßnahmen dringend erforderlich, um auf diesen Flächen eine bauliche Nachnutzung der Brachflächen zu ermöglichen. Nur so kann die Ausweisung auf bisher kaum beeinträchtigen Böden zumindestens zum Teil reduziert werden. Erste Instrumente gibt es bereits, wie zum Beispiel das EU-Förderprogramm „Stadtumbau-Ost“.

Ausgewählte Literatur:

Erbguth, Stollmann (2002): Das Umweltmedium Boden im Spannungsfeld zwischen Naturschutzrecht und Bodenschutzrecht. Rechtsgutachten im Auftrag der Hansestadt Hamburg - Umweltbehörde, (Internet: <http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/umwelt-gesundheit/umwelt/boden/bodenschutz/eingriffsregelung/start.html>)

BVB (Hrg.) (2003): Bodenbezogene Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der Bauleitplanung; In Bodenschutz - Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser (Kap. 7360, 37. Lieferung 01/2003)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2000, 2001): Vollzug der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung; Optimierung der Kompensationsverpflichtung (Erlasse 11.10.2000, 11.07.2001), unveröffentlicht.

Materialaufbringung im Bereich der durchwurzelbaren Bodenschicht

Dr. Stefan Seiffert

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Bei der Materialaufbringung auf den Boden kommen je nach Fallgestaltung verschiedene rechtliche Regelungen zur Anwendung. Die Verzahnung von Bodenschutz- und Abfallrecht in diesem Bereich ist von den betroffenen (Bund-)Länderarbeitsgremien in sogenannten 'Abgrenzungsgrundsätze[n] zu den Anwendungsbereichen der BBodSchV hinsichtlich des Auf- und Einbringens von Materialien auf und in den Boden von den diesbezüglichen abfallrechtlichen Vorschriften' (siehe Anh. 4 in LABO, 2002) dargelegt worden. Die jeweiligen Fallgestaltungen sind auch Gegenstand verschiedener technischer Regelwerke, die bei der Umsetzung der rechtlichen Anforderungen herangezogen werden. Abbildung 1 gibt hierzu einen Überblick.

Abbildung 1: Regelwerke¹ und Anwendungsbereiche

Fallgestaltung	Materialien	Land- / Forstwirtschaft, Gartenbau	Abgrabungen, Tagebau ² , Landschaftsbau, techn. Bauwerke ³	bergbauliche Besonderheiten
Durchwurzelbare Bodenschicht	Bodenmaterial ⁴	Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV	Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV	Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV i. V. TR des LAB
	Gemisch Bodenmaterial mit Bioabfall oder Klärschlamm ⁵			
	Klärschlamm und Bioabfall(gemische) als Sekundärrohstoffdünger	Vollzugshinweise zu BioAbfV, AbfKlärV, DMVO, DüngV	Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV; DMG, DMVO	Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV i. V. TR des LAB; DMG, DMVO
Verfüllungen (bergbauliche Anwendungen)	Bodenmaterial ⁴	LAGA M20 ⁶	LAGA M20 ⁶	TR des LAB
technische Bauwerke	Bodenmaterial ⁷ , sonstige mineralische Materialien	LAGA M20 ⁶	LAGA M20 ⁶ bzw. Merkblatt DIBT ⁸	TR des LAB bzw. Merkblatt DIBT ⁸
	Bauprodukte			

¹ Die Vorschriften des KrW-/AbfG bleiben unberührt, soweit es sich um Abfälle handelt

³ ausgenommen Deponien im Rahmen der DepV

⁵ für die Herstellung von durchwurzelbaren Bodenschichten

⁷ Bodenmaterial umfasst auch Baggergut

² ohne technische Besonderheiten

⁴ Bodenmaterial umfasst auch Baggergut; sonstige mineralische Materialien nur mit Einzelfallprüfung zulässig

⁶ in Überarbeitung

⁸ Deutsches Institut für Bautechnik

Das Merkblatt LAGA M20 wird im Auftrag der Umweltministerkonferenz (UMK) überarbeitet. Mittlerweile liegt der Allgemeine Teil des Merkblatts in einer neuen Fassung vor, die von der Amtschefkonferenz (ACK) der UMK am 7. Mai 2003 bestätigt und den Ländern zur Anwendung empfohlen worden ist. Die speziellen Teile 'Boden' und 'Bauschutt' befinden sich zur Zeit in Bearbeitung. Ebenso befindet sich die technische Regel des Bund/Länder-Ausschuss Bergbau (LAB) 'Anforderungen an die Verwertung bergbaufremder Abfälle über Tage' derzeit noch in Bearbeitung.

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) hat in Zusammenarbeit mit dem LAB sowie den Länderarbeitsgemeinschaften Abfall und Wasser (LAGA, LAWA) auf der Grundlage der o. g. Abgrenzungsgrundsätze eine 'Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV' erarbeitet (LABO, 2002). Diese Vollzugshilfe soll u. a. eine länderabgestimmte Umsetzung von § 12 BBodSchV ermöglichen und die Arbeit der Vollzugsbehörden erleichtern (SEIFFERT et al., 2003). Die ACK hat am 17. Oktober 2002 die Anwendung dieser Vollzugshilfe in den Ländern empfohlen. Sachsen hat dabei in der ACK eine Protokollnotiz abgegeben, in der zum Ausdruck gebracht wird, dass einzelne Punkte der Vollzugshilfe abweichend gesehen werden. Gleichwohl soll die ACK-Empfehlung grundsätzlich auch in Sachsen umgesetzt werden. Daher wurde die Vollzugshilfe als Grundlage für entsprechende Vollzugshinweise in Sachsen herangezogen. Dabei wurden die inhaltlichen Aussagen weitestgehend beibehalten, der Protokollnotiz jedoch Rechnung getragen und der Text gestrafft und neu gegliedert.

Die o. g. sächsische Protokollnotiz betrifft die Aussage zu den zulässigen Materialien für die Herstellung durchwurzelbarer Bodenschichten bei Rekultivierungsmaßnahmen nach § 12 Abs. 2 BBodSchV sowie die Ausführungen zu Ausnahmen bei Überschreitungen der Regelanforderungen. Während in der Vollzugshilfe die in Frage kommenden Materialien formal auf die in Abs. 1 genannten eingeschränkt werden, ist nach Auffassung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) der Materialienbegriff gem. § 12 Abs. 2 BBodSchV zunächst grundsätzlich uneingeschränkt aufzufassen. In den Hinweisen des SMUL zur Umsetzung von § 12 BBodSchV wird jedoch gleichfalls unterstrichen, dass andere als in Abs. 1 genannte Materialien nachweislich geeignet sein müssen, die Funktionen einer durchwurzelbaren Bodenschicht erfüllen zu können. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass auch für die Rekultivierungsschicht von Deponien die zulässigen Materialien gem. § 12 Abs. 3 in Verbindung mit Anh. 5 DepV analog § 12 Abs. 1 BBodSchV eingeschränkt sind.

Während die Vollzugshilfe entsprechend der Absatzfolge von § 12 BBodSchV gegliedert ist, orientieren sich die überarbeiteten Hinweise am Ablauf der erforderlichen Prüfschritte bei der Anwendung von § 12 BBodSchV im Vollzug. Die Anhänge der Vollzugshilfe wurden mit geringfügigen redaktionellen Änderungen übernommen.

Der auf dieser Grundlage entstandene Entwurf entsprechender Hinweise für die Vollzugsbehörden sind an diese sowie weitere Institutionen vorab zur Kenntnis gegeben worden. Ziel war es, die bisherige Erfahrung aus der Vollzugspraxis zu berücksichtigen und eine möglichst gute Vollzugstauglichkeit zu erreichen. Die daraufhin eingegangenen Stellungnahmen wurden fachlich ausgewertet und die Anregungen - dort wo möglich - umgesetzt. Sofern jedoch einerseits Forderungen aus den Behörden nach einfacheren Vorgaben zu Einschränkungen des behördlichen Ermessens geführt hätten oder andererseits von Interessengruppen eine Lockerung der Vorgaben gewünscht wurde, die nicht mehr den Anforderungen der Verordnung entsprechen, wurde den Eingaben nicht gefolgt.

Erfreulich ist, festzustellen, dass die Rücklaufquote zu dem versandten Entwurf hoch ausgefallen ist. Dies wird auch als Bestätigung der Bedeutung dieses Themas für den Bodenschutz gewertet.

Tabelle 1 Rücklauf zum Entwurf der Hinweise

Institutionen	Anzahl / Verteiler	Rücklauf
andere Ressorts	2	2
höhere Bodenschutzbehörden	3	3
untere Bodenschutzbehörden	22+7	7+4
Staatliche Umweltfachämter	5	5
Verschiedene (Verbände, Interessengemeinschaften, etc.)	28	10
<i>Summe</i>	<i>67</i>	<i>31</i>

Mehrheitlich werden die Hinweise grundsätzlich begrüßt. Die Rückäußerungen in den eingegangenen Stellungnahmen beziehen sich einerseits auf formale Gesichtspunkte wie Textumfang und Vollzugstauglichkeit etc. (Übersicht 1) sowie andererseits auf fachlich-inhaltliche Aspekte (Übersicht 2). Hierbei ist zu beachten, dass die Äußerungen sich teilweise auch auf den Regelungsinhalt von § 12 BBodSchV selbst und weniger auf die Untersetzung in den Vollzugshinweisen beziehen.

Übersicht 1: formale Kritikpunkte

Einwand	Bewertung
Erfordernis der Hinweise	wurde grundsätzlich bestätigt
<i>Kritik am Umfang</i>	Vergleich mit LAGA M20 oder 'Hinweise zur Umsetzung der BioAbfV', insbesondere unter Berücksichtigung des Regelungsumfanges (Materialien, Landnutzungen)
Verlassen der länderabgestimmten Linie	gleiche Grundlage, unterschiedliche Wege der Umsetzung in den Ländern
Anwenderfreundlichkeit	ist noch zu verbessern; evtl. dv-technische Aufbereitung
Unübersichtlichkeit für Verpflichtete	Adressat: Vollzugsbehörden; Querverweise; evtl. externe Aufbereitung

Trotz sich - nicht nur in Sachsen - abzeichnender Unterschiede in der Anwendung der LABO-Vollzugshilfe in den Ländern muss diese nach wie vor als sehr wertvoll im Hinblick auf eine abgestimmte, möglichst ländereinheitliche Umsetzung der BBodSchV angesehen werden. Die Kritik am Umfang muss im Zusammenhang mit dem breiten Anwendungsbereich der Regelung gesehen werden und ist unter diesem Aspekt vergleichbar mit bzw. sparsamer als andere Regelwerke. Bei den sächsischen Hinweisen konnte durch die eingangs beschriebenen Grundsätze der Überarbeitung gegenüber der LABO-Vollzugshilfe ein Sechstel des Textteils gekürzt werden.

Bereits in der LABO-Vollzugshilfe wird der Frage der Anwendbarkeit mit Übersichten, Ablaufschemata und Checklisten Rechnung zu tragen. Diese wurden unter redaktioneller Anpassung in die sächsischen Hinweise übernommen.

Übersicht 2: ausgewählte inhaltliche Kritikpunkte

Einwand	Bewertung / Änderung
Katalog zulässiger Materialien für Anwendungsbereich § 12 Abs. 2 BBodSchV (d. h. über die in § 12 Abs. 1 BBodSchV genannten hinaus)	derzeit keine fachliche Grundlage; siehe auch DepV Anh. 5 Ziffer 2!
teilweise unspezifische Vorsorgeanforderungen	Streichung
Nährstoffbetrachtung	Umsetzung des Regelungsinhalts von § 12 BBodSchV
Regelungsfremde Anforderungen (z.B. Mindestmächtigkeit)	Klarstellung
Aussagen zu Vermischung/Verdünnung von Abfällen	Klarstellung

Hinsichtlich der Hinweise zu der nährstoffbezogenen Regelung in § 12 Abs. 7 BBodSchV wurde u. a. gefordert, die Humusgehalte von Böden gewachsener Standorte als Maßstab für eine dem Pflanzenbedarf angepasste Nährstoffzufuhr zu Grunde zu legen. Dem ist zunächst formal zu begegnen, dass daraus nicht der Pflanzenbedarf ableitbar ist. Darüber hinaus kann der Gehalt organischer Substanz eines erzeugten Substrats nicht den Humusgehalten und -formen gewachsener Standorte gleichgesetzt werden. Auch zur Sicherung oder Wiederherstellung der Funktion des Bodens als Standort für Pflanzen kann keineswegs pauschal die Erfordernis der Zufuhr übergroßer Mengen an organischer Substanz - verbunden mit entsprechenden Mengen an Stickstoff und Phosphat - vorausgesetzt werden.

Die Hinweise sind nunmehr per Erlass den Vollzugsbehörden zugeleitet sowie den für die Bereiche Bau, Straßenbau und Bergbau zuständigen Ressorts zur Kenntnis gegeben worden.

Es ist vorgesehen, die Handhabbarkeit der Hinweise durch eine dv-technische Aufbereitung zu verbessern. Da die Anwendung häufig im Rahmen von Zulassungsverfahren nach anderen gesetzlichen Grundlagen stattfindet, soll darauf hingewirkt werden, dass diese Hinweise Eingang in die jeweiligen Verfahren finden.

Literatur

LABO, 2002 Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV; Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 Bundes-

Bodenschutz- und Altlastenverordnung), in Bodenschutz, ergänzbares Handbuch, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 38. Lfg, Kennnummer 7760

SEIFFERT S., KOHL R., DELSCHEN T. & DINKELBERG W., 2003 LABO Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen von Materialien auf und in den Boden gemäß § 12 BBodSchV, Bodenschutz, 8.Jahrgang, Heft 1/03, Seite 4 - 9, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin

Bodenschutz bei Hochbaumaßnahmen

Dr. Rainer Greiff
Institut Wohnen und Umwelt GmbH Darmstadt

Vermeidbare und unvermeidbare Bodenbelastungen beim Bauen

Durch Baumaßnahmen wird die Qualität von Böden nachhaltig verändert. Nicht nur unter der überbauten Fläche, im Bereich der Baugrube und der Baustellenaktivitäten. Über den gesamten Lebenskreislauf eines Gebäudes werden Böden in Anspruch genommen: für die Rohstoffgewinnung, bei der Nutzung bis hin zur Deponie der Materialien am Ende ihrer Lebensdauer. Boden ist aber nicht gleich Boden. Bei der Bewertung der Belastungen durch Baumaßnahmen ist der Zustand der Böden entscheidend. Bauen hat vor allem auf Böden in weitgehend natürlichem Zustand irreversible schädliche Veränderungen zur Folge. Auf bereits durch frühere Bebauungen veränderten, belasteten, innerstädtischen Böden dagegen können die Veränderungen durch Bauen – durch Entsigelung und Renaturierung –im Einzelfall allerdings auch positiv ausfallen.

Bei der Nutzung des Bodens als Baufläche ist ein haushälterischer Umgang mit Siedlungsflächen der entscheidende Hebel des Bodenschutzes. Bodenschutz in der Planung - durch restriktive Ausweisung wertvoller natürlicher Bodenflächen für das Bauen - hat entsprechend oberste Priorität (vgl. z.B. BfLR 1996, Blum et al. 2002). Aber auch künftig wird weiter gebaut, umgebaut, instandgesetzt und abgerissen werden. Belastungen des Bodens sind dabei nicht gänzlich zu vermeiden, sie können aber entscheidend reduziert werden. Dass Bodenbelastungen durch Baumaßnahmen bisher weitgehend vernachlässigt werden, ist angesichts der Entwicklung der modernen Bautechnik wie der Baustofftechnologie nicht hinnehmbar - besonders, weil sie vielfach durch wenig mehr Sorgfalt und Kontrolle vermeidbar sind (vgl. z.B. BUWAL 2003).

Als Baugrund unterliegt der Boden bei der Ausführung von Hochbaumaßnahmen vielfältigen und nachhaltigen Eingriffen:

- Durch Erdarbeiten (Ausheben der Baugrube, Geländemodellierung) werden erhebliche Bodenmassen verlagert.
- Baumaschinen und Baufahrzeuge belasten den Boden durch Gewicht und Bewegung (statisch und dynamisch) und verdichten ihn z. T. bis in erhebliche Tiefen.
- Fundamente und Gebäudeteile werden in den Boden eingebaut und ersetzen den vorhandenen Bodenkörper.
- Unterirdische Gebäudeteile (Keller, Tiefgaragen) verändern die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse, möglicherweise reichen sie in wasserführende Schichten bzw. in das Grundwasser.
- Durch Gebäude und wasserdichte Beläge wird die Bodenoberfläche versiegelt, der öko-

logische Austausch zwischen Boden und Atmosphäre versperrt.

- Zahlreiche Stoffe, die mit den Bodenfunktionen unverträglich sind, gelangen bei Arbeitsvorgängen in den Boden.
- Nach dem Verfüllen von Arbeitsräumen und Leitungsgräben wird durch beabsichtigte oder unbeabsichtigte Dränage der Bodenwasserhaushalt verändert.
- Aufgebrachte fremde Bodenmassen und Verfüllmaterial können mit Schadstoffen belastet sein.
- Belastungen des Bodens ergeben sich auch bei den regelmäßig erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen, bei Umbaumaßnahmen zur Anpassung eines Gebäudes an veränderte Nutzungsanforderungen sowie
- schließlich bei den Abbrucharbeiten zu seiner endgültigen Beseitigung.

Art der Belastungen

Nach der Art der Belastung des Bodens durch unterschiedliche Arbeitsvorgänge bei der Bauausführung ist zu unterscheiden zwischen

- mechanischen Einwirkungen (Verlagerung von Bodenmassen, Veränderung des Bodengefüges) und
- chemischen Einwirkungen (durch Einträge fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe mit Auswirkungen auf Bodenchemismus und Bodenbiologie).

Einwirkungen auf den Boden beim Bauen

Mechanische Einwirkungen	Chemische Einwirkungen
<p>Bodenoberfläche</p> <p>Überdeckung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Versiegelung - Aufbringung bodenfremder Materialien - Entfernung von Vegetation <p>Reliefänderung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auftragung oder Abtragung <p>Bodengefüge</p> <p>Verdichtung</p> <p>Aufgrabung, Verfüllung, Umlagerung</p> <p>Dränung</p>	<p>Veränderung der Bodenreaktion</p> <p>Verschiebung des pH-Wertes</p> <p>Belastende und toxische Einwirkungen</p> <p>direkte Wirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bodenleben <p>indirekte Wirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundwasser - Nahrungskette

Die Schadenswirkungen, die sich daraus für den Boden ergeben können, sind wesentlich abhängig von den

- jeweiligen Bodenverhältnissen und dem
- örtlichen Wasserhaushalt.

Im Regelfall ist davon auszugehen, dass durch mechanische Einwirkungen der Luft- und Wasserhaushalt des Bodens gestört wird und dadurch wesentliche Bodenfunktionen beeinträchtigt werden. Durch den Eintrag bodenfremder Stoffe beim Bauen können sich biotoxische Stoffe im Boden anreichern, die das Bodenleben und das Pflanzenwachstum beeinträchtigen und bei Pflanzenverfügbarkeit in die Nahrungskette gelangen können; je nach ihrer Löslichkeit und Mobilität können Fremdstoffe zu Verunreinigungen des Grundwassers und letztlich zu einer erhöhten Schadstoffbelastung des Trinkwassers führen.

Auch wenn die Belastungen bei einer einzelnen Baustelle eher gering erscheinen, so ist die Summe der Bodenbelastungen aus der Bautätigkeit insgesamt keinesfalls bedeutungslos. Dabei muss man sich vor allem vergegenwärtigen, dass es sich bei der Bautätigkeit in städtischen Siedlungsgebieten um einen kontinuierlichen Prozess des Stadtumbaus handelt, bei dem immer wieder den sich wandelnden Funktionserfordernissen Rechnung getragen wird. Auch wenn sich die Bautätigkeit auf eine Vielzahl einzelner Baustellen im Stadtgebiet verteilt und auf einem einzelnen Grundstück möglicherweise nur im Abstand von Jahrzehnten Baumaßnahmen durchgeführt werden, ergeben sich mit jeder neuen Baumaßnahme neue Belastungen des Bodens. Jeder neue Schadstoffeintrag trägt zur Annäherung an kritische Schwellenwerte bei. Nicht selten liegen die Vorbelastungen städtischer Böden (aus unterschiedlichsten Immissionsquellen) bereits heute in kritischen Bereichen. Nicht die einzelne Baustelle, sondern die Gesamtheit der Bautätigkeit in einer Stadt und die Kontinuität der schädigenden Einwirkungen auf den Boden müssen als Hintergrund der Anforderungen an einen vorbeugenden Bodenschutz bei Hochbaumaßnahmen gesehen werden.

Eine Quantifizierung der Bodenbelastungen, die sich durch die laufende Bautätigkeit ergeben, ist grundsätzlich nicht möglich. Die tatsächliche Schädigung des Bodens durch Arbeitsvorgänge bei der Bauausführung lässt sich nur im konkreten Fall und nur in Kenntnis der örtlichen Bodenverhältnisse bestimmen. Zudem sind die Bedingungen bei den einzelnen Baustellen nach Art und Umfang der Baumaßnahmen und der örtlichen Gegebenheiten (Großbaustelle auf der grünen Wiese, innerstädtische Baulückenschließung, Umbaumaßnahmen etc.), der Bauverfahren (gleiche Materialien werden in unterschiedlichen Verfahren mit unterschiedlicher Bodenrelevanz eingesetzt; z.B. örtliche Betonherstellung oder Verwendung von Lieferbeton etc.) und der jeweils verwendeten Baustoffe und Erzeugnisse (nach Zusammenstellung, Mengen und stofflicher Beschaffenheit)

sehr unterschiedlich. Zu berücksichtigen sind neben den erfolgten mechanischen Einwirkungen die eingetragenen Schadstoffe nach ihrer Menge, ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer physikalischen Beschaffenheit (flüssig, staubförmig, stückig etc.) und der räumlichen Verteilung des Eintrags (konzentriert, flächig); auch synergetische Wirkungen aus dem Zusammenwirken aller genannten Faktoren sind dabei zu berücksichtigen. Nur bei einer solchen umfassenden Erfassung und auch nur für den Einzelfall lassen sich die Auswirkungen einer Schädigung bestimmen: Erhöhung der Bodenverdichtung, Veränderung des pH-Wertes, Erhöhung des Schwermetallaustrags in das Grundwasser etc.

Bodenrelevante Arbeitsvorgänge im Bauablauf

Planung

Die nachhaltigsten Auswirkungen einer Baumaßnahme auf die Bodenverhältnisse eines bestimmten Standorts ergeben sich durch das neu errichtete Gebäude selber. Je nach Standort werden möglicherweise bisher weitgehend naturbelassene und ungestörte Bodenverhältnisse unwiederbringlich verändert. Diese Auswirkungen sind zwangsläufig und bei einer einzelnen Baumaßnahme nur in begrenztem Umfang zu beschränken.

Es ist vor allem die Aufgabe der Flächennutzungsplanung, schützenswerte Böden von der Bebauung freizuhalten bzw. durch entsprechende Nutzungszuweisungen ihre Inanspruchnahme möglichst gering zu halten. Bodenkartierungen für das Planungsgebiet können eine wesentliche Grundlage für planerische Abwägungen sein. So wurde z.B. das Gebiet des Schweizer Kantons Solothurn nach einer Vielzahl von Parametern bodenkundlich kartographiert:

Parameter für die bodenkundliche Kartierung

Parameter	Einheit	Parameter	Einheit
Bodentyp		Karbonatgrenze	cm
max. 3 Untertypen		Karbonatgehaltsklasse OB / UB	
Wasserhaushaltsgruppe		pH Hellige OB / UB	
Geländeform		Mächtigkeit Ah-Horizont	cm
Geologie		Humusgehalt Ah-Horizont	%
Skelettgehaltsklasse OB / UB		Gefügeform und -größe OB / UB	
Körnungsklasse OB / UB		Nutzungsseignung	
Tongehalt OB / UB	%	Bodenpunktezahl (Profilwert)	
Schluffgehalt OB / UB	%	Bemerkungen	

(OB = Oberboden / UB = Unterboden)

Kanton Solothurn, Amt für Umwelt

Bezogen auf die konkreten örtlichen Bodenverhältnissen sollten im Bebauungsplan planungsrechtliche Möglichkeiten für Festsetzungen nach Zielen des Bodenschutzes ausgeschöpft werden, z.B.:

Bodenschutzrelevante Regelungsmöglichkeiten des Bebauungsplans

<i>Festsetzung von</i>	Bodenschutzziel
Baugrenzen	räumliche Konzentration der Baumassen, Schutz wertvoller Bodenflächen
Maß der Nutzung / Geschosszahl	Begrenzung der sich aus der Masse der Baukörper ergebenden Bodenpressung
Gründungstiefe unterirdischer Bauteile	Einfluss auf die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse abgestimmt
Art und Umfang der Befestigung von Nutzflächen	Beschränkung der Versiegelung

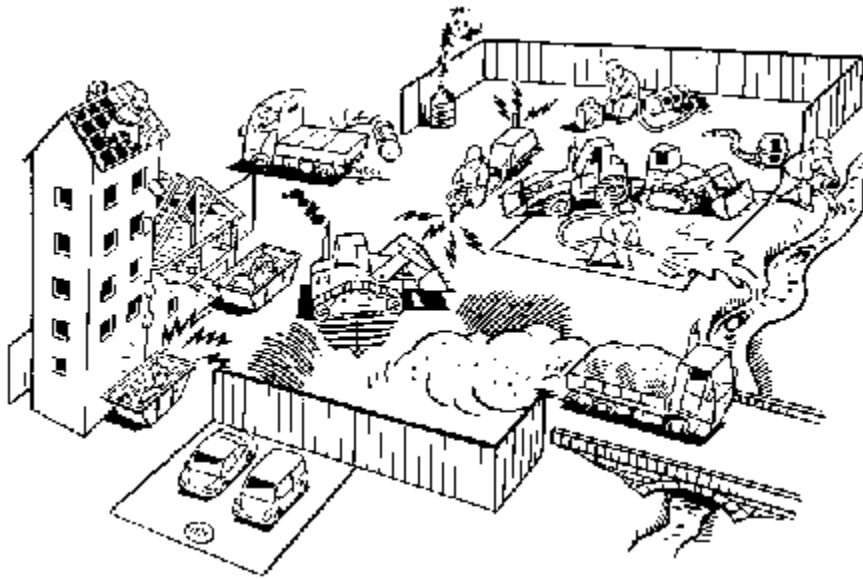
Entwurf und Werkplanung

Sämtliche bei einer Baumaßnahme zu verwendenden Baustoffe und die Arbeitsvorgänge bei ihrer Verwendung auf der Baustelle bzw. bei ihrem Einbau im Gebäude werden abschließend für die **Vergabe der Bauleistungen** in **Leistungsverzeichnissen** festgelegt. Damit ist bei Neubaumaßnahmen das Potential möglicher Gefahrstoffe, die bei der Bauausführung überhaupt in den Boden gelangen können, bestimmt. Hier besteht ein erheblicher Spielraum für den planenden Architekten, bodenschädigende Bauverfahren bzw. Gefahrstoffe für den Boden auszuschließen oder deren Einsatz weitgehend einzuschränken.

Bauausführung

Nach ihrer Relevanz für den Bodenschutz sind bei der Ausführung von Hochbaumaßnahmen drei Arbeitsbereiche mit unterschiedlichem Bezug zum Boden zu unterscheiden:

- *Erdarbeiten,*
- *Rohbau- bzw. Außenbauarbeiten und*
- *Innenausbauarbeiten.*



Quelle: fh mainz / baupunktumwelt

Probleme des Bodenschutzes in der Praxis

In der alltäglichen Baustellenpraxis wird der Boden als ziemlich unempfindliches Arbeitsfeld betrachtet und entsprechend behandelt. Dies hat mehrere Gründe:

- Traditionelle Gewohnheiten:

Schon immer war es üblich, Baurestmassen im Boden zu vergraben. Baurestmassen wie Mörtelreste, Steinbrocken und ähnliches galten als unschädlich oder wurden gar zur Bodenverbesserung (Sand, Kalk) genutzt. Zum Vergraben von Baurestmassen kommt es um so leichter, als spätestens nach Abschluss der Baumaßnahme von solchen Unregelmäßigkeiten nichts mehr zu sehen ist.

- Unkenntnis

Wo schon die wissenschaftlichen Grundlagenkenntnisse über die Bodenwirkungen von Baustoffen außerordentlich lückenhaft sind - und das ist auch ein Hinweis auf die bisher allgemein geringe Wahrnehmung der Probleme des Bodenschutzes - können entsprechende Kenntnisse noch weniger von den am Bau Beschäftigten erwartet werden. Handelsübliche Bauprodukte - die ja in der Regel einer Güteüberprüfung hinsichtlich ihrer technischen Eignung für die vorgesehene Verwendung unterzogen werden - werden wohl kurzerhand als unschädlich angesehen.

- Zeitdruck

Termindruck zwingt die Bauhandwerker, alles auf die Fertigstellung der eigenen Bauleistung zu konzentrieren und Nebenfolgen ihrer Tätigkeit zu vernachlässigen. Aus Zeitdruck wird auch mit Material verschwenderisch umgegangen: Reste werden nicht verbraucht und zu Boden gefallenes Kleinmaterial (Schrauben, Nägel etc.) nicht aufgehoben - all dies

wird dadurch zusätzlich zu Abfall, der beseitigt werden muss. Hastiges Arbeiten unter Zeitdruck erhöht auch die Gefahr von Pannen: Behälter mit flüssigen Baustoffen (Lösungen, Anstrichen) kippen leichter um und laufen aus; der Materialverlust wird hingenommen. Schadensverhütung wird nicht betrieben, solange die Bauleistung selbst nicht beeinträchtigt wird.

- Kostendruck

Die in der Vergangenheit ständig gestiegenen Entsorgungskosten mit unterschiedlichen Tarifen für Bauschutt, Baustellenabfälle und Sonderabfälle werden von den Baubetrieben als eine neu entstandene Kostenposition betrachtet. Bei fehlender Kontrolle und unklaren Regelungen besteht in der Praxis die Versuchung, diese Kosten durch unsachgemäße Entsorgung gering zu halten.

Mechanische Einwirkungen auf den Boden

Veränderungen der Bodenoberfläche

Die mechanischen Einwirkungen auf den Boden beginnen bereits mit dem Einrichten der Baustelle und dem Herrichten des Grundstückes. Auf der zu bebauenden Fläche und im Umfeld der Baugrube wird die vorhandene Vegetation entfernt und der Oberboden abgeschoben. Dabei darf der Oberboden nicht verunreinigt werden und muss bis zu seiner Wiederverwendung so gelagert werden, dass Bodenstruktur und Bodenleben durch Verdichtung und Sauerstoffmangel nicht beeinträchtigt werden (BUWAL 2003). Der humose, mit organischen Stoffen angereicherte, durchwurzelt und durch Bodenlebewesen belebte Oberboden hat für die Funktionen des Bodens als Filter, Puffer, Umwandler und Speicher von Stoffen besondere Bedeutung. Häufig wird der Mutterboden auf der gesamten Baustelle unabhängig von den tatsächlichen Erfordernissen abgeschoben und sämtlicher Aufwuchs entfernt.

Die Vegetation beeinflusst die ökologische Leistungsfähigkeit des Bodens. Durch das Entfernen der Vegetation und das Abschieben des Oberbodens werden untere Bodenschichten freigelegt, die über keine oder nur geringe organische Bestandteile verfügen. Der Boden wird dadurch gegenüber Immissionen empfindlicher und entsprechend erhöht sich das Risiko einer Grundwassergefährdung. Auf den vegetationsfreien Bodenflächen fließt Regenwasser verstärkt oberflächlich ab, und der Boden wird gegenüber Wind (vor allem bei exponierter Lage) und Wasser (bei hängigem Gelände) erosionsanfällig; auch der Bodenwasserhaushalt wird beeinträchtigt.

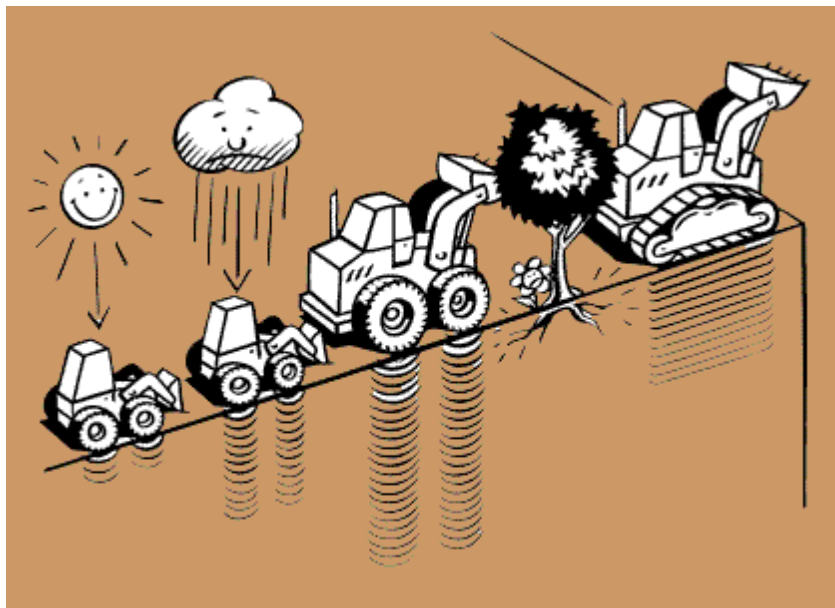
Durch eine rationelle und flächensparende Baustelleneinrichtung und die Konzentration des Baustellenverkehrs sollte die Fläche, die bei der Bauausführung in Anspruch genommen wird, auf das unbedingt Erforderliche reduziert werden. Möglichst viele Vegetationsflä-

chen und Vegetationselemente sollten während der Bauphase erhalten bleiben und ggf. durch Abgrenzungen und Schutzverbau gesichert werden.

Bodenverdichtung

Bodenverdichtung bedeutet eine Veränderung des Bodengefüges, bei der sich durch Druck auf die Bodenoberfläche oder durch Einschlämmen von Feinteilen die Lagerungsdichte der Bodenteile erhöht und damit das Porenvolumen abnimmt. Dadurch wird der Wasser- und Lufthaushalt des Bodens gestört. Die Versickerungsfähigkeit wird herabgesetzt und kommt im Extremfall zum Erliegen, der Oberflächenabfluss wird erhöht. Luftmangel und die Verdichtung des Bodengefüges reduzieren die Aktivitäten des Bodenlebens. Puffer- und Transformationsfunktionen des Bodens werden beeinträchtigt.

Die Entwicklung der modernen Bautechnik hat dazu geführt, dass immer mehr schwere Baufahrzeuge und Baumaschinen zum Einsatz kommen. Durch statische und dynamische Druckwirkungen werden Bodenpressungen erzeugt, die zu Verdichtungen des Bodens noch in Tiefen von über 60 cm bis 90 cm führen können.



Quelle: *baupunktumwelt*

Besonders empfindlich reagieren grobschluffige und feuchte bzw. nasse Böden auf Belastungen. In einigen Schweizer Kantonen (z.B. Solothurn, Luzern) ist daher die Messung von Feuchtigkeitsspannungen des Bodens mit dem Tensiometer vorgeschrieben, um Ausführungszeiten, Einsatz von Fahrzeugen und Maschinen sowie Bauverfahren auf die Belastbarkeit des Bodens abzustimmen (vgl. auch BUWAL 2003). Auch das Einschlämmen von Feinteilen führt zur Bodenverdichtung, z. B. wenn feiner Zementstaub mit Wasser in den Bo-

den eingespült wird.

Wenn sich die Bodenverdichtung nicht vermeiden lassen, sollte der Schaden wenigstens begrenzt und die Einwirkungsflächen reduziert und konzentriert werden. Baustraßen sollten möglichst dort eingerichtet werden, wo auch künftig Fahrwege sein sollen. Bei verdichtungsempfindlichen Böden sollte eine Beplankung, z. B. mit Schwellen, Betonplatten oder Stahlprofilblechen, Baggermatratzen bzw. der Einbau einer provisorischen Tragschicht, z. B. aus Schotter oder Asphalt, in Betracht gezogen werden. Während oberflächige Bodenverdichtungen weitgehend regenerierbar sind, lassen sich Tiefenverdichtungen nur bedingt und nur mit erheblichem Aufwand rückgängig machen, z. B. durch Druckluft-Infiltration. Wieweit bzw. in welchen Zeiträumen, eine vollständige Erholung des Bodens möglich ist, ist jedoch unsicher.

Unbeabsichtigte Dränagewirkungen

Leitungsgräben bedeuten einen Einschnitt im Bodengefüge mit in der Regel bleibenden Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der angrenzenden Böden. Zu unerwünschten Dränagewirkungen kann es kommen, wenn gut wasserführende Sand- oder Kiesbettungen eingebaut werden oder insgesamt mit Bodenmaterial verfüllt wird, das besser wasserführend ist als der anstehende Boden. Leitungen sollten möglichst in einem gemeinsamen Graben (Stufengraben) gebündelt werden. Ver- und Entsorgungsleitungen können ggf. auch unter bzw. in Gebäuden geführt werden. Die Leitungsführung sollte sich an den Bodenverhältnissen orientieren: naturnahe Böden sollten möglichst wenig durchschnitten werden. Im übrigen sollte das Verfüllmaterial den örtlichen Bodenverhältnissen entsprechen und selbstverständlich - wenn es sich um Fremdmaterial handelt - nicht belastet sein.

Chemische Einwirkungen

Stoffeinträge und Bodenwirkung

Beim Bauen können unter den üblichen Baustellenbedingungen, durch spezifische Arbeitsvorgänge - aber auch bestimmungsgemäß (durch unterirdische Bauteile) - gasförmige, flüssige und feste Stoffe in den Boden gelangen, die den örtlichen Bodenchemismus beeinflussen und das Bodenleben beeinträchtigen.

Welche Auswirkungen sich für den Boden durch den Eintrag fremder Stoffe ergeben, hängt einerseits von den chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Stoffe ab und andererseits von den örtlichen Böden, insbesondere deren Fähigkeit, Schadstoffe zurückzuhalten und abzubauen. Was sich in dieser Hinsicht im Boden abspielt, ist bisher jedoch nur wenig erforscht und liegt buchstäblich noch weithin im Dunkeln. Angesichts der Vielzahl der beim Bauen verwendeten Stoffe müssen sich Aussagen zu ihrem Ver-

halten im Boden daher weitgehend auf Analogieschlüsse stützen.

Wesentliche Kriterien für die Bewertung der Bodenwirkung ergeben sich aus bestimmten "kritischen" Eigenschaften von Stoffen, die ihr Verhalten im Boden allgemein charakterisieren. Diese betreffen insbesondere ihre Mobilität, d. h. die Beweglichkeit im Boden bzw. die Eigenschaft im Boden mehr oder weniger leicht verlagert zu werden (insbesondere in Richtung Grundwasser).

Kriterien der Bodenbelastung durch Stoffeinträge

<i>Kriterium</i>	<i>Parameter (u.a.)</i>	<i>bedeutend für</i>
Immissionspotential	Wahrscheinlichkeit des Eintrags, Menge (g/m ²)	alle Stoffe
Einfluss auf die Bodenreaktion	chemische Zusammensetzung	mineralische Baumaterialien
Mobilität / Migrationsverhalten	Dichte, Viskosität, Volatilität, Wasserlöslichkeit, Adsorptionseigenschaften	flüssige und gut wasserlösliche Stoffe
Metallgehalt	Gehalt an toxischen Metallen	mineralische Baumaterialien, Holzschutzmittel auf Metallsalzbasis
Persistenz	Abbaubarkeit, chemische Lebensdauer	Xenobiotika
Toxizität	Kanzerogenität, Mutagenität, Teratogenität	Xenobiotika

Wirkungen im Boden können unmittelbar durch die Substanz erfolgen oder mittelbar, indem die Substanz z. B. die Bodenreaktion verändert und dadurch die Mobilität von Schwermetallen im Boden erhöht wird. Für eine Bewertung der Bodenrelevanz ist natürlich auch die Menge von Bedeutung. Während einige Stoffe schon in kleinsten Mengen schädlich sein können, ist eine schädigende Wirkung bei anderen erst zu erwarten, wenn relativ große Mengen in den Boden eingebracht werden. So sind sowohl Bauprodukte zu beachten, von denen am Bau nur kleine Mengen tatsächlich in den Boden gelangen (z. B. biozide Holzschutzmittel in Sägespänen) als auch Massenbaustoffe (Beton, Mörtel, Ziegel) mit z.T. problematischen Inhaltsstoffen, deren Bodenverträglichkeit bisher allgemein unterstellt bzw. nicht infrage gestellt wurde.

Letztlich geht es bei der Einschätzung der Gefährlichkeit von eingetragenen bodenfremden Substanzen darum, wieweit die menschlichen Lebensgrundlagen dadurch beeinträchtigt werden, d. h. ob Gefährdungen des Grundwassers, Beeinträchtigungen des Pflanzenwachstums, gefährliche Anreicherungen im Boden und in der Nahrungskette oder toxische Wirkungen bei der direkten Kontamination mit dem schadstoffbelasteten Boden (Hautkontakt oder Inkorporation - z. B. durch spielende Kinder) zu befürchten sind.

Baustoffe

Die Frage, wieweit Baustoffe den Naturhaushalt - Wasser, Boden, Luft - schädigen können ist über die Beachtung bestehender umweltrechtlicher Regelungen und die Einhaltung vorgegebener Grenzwerte hinaus bei der Produktgestaltung im Wesentlichen nur für solche Hersteller von Bedeutung, die sich auf umweltverträgliche Produkte spezialisiert haben. Selbst Gesundheitsgefährdungen bei der Anwendung bzw. Verarbeitung der Stoffe auf der Baustelle werden bei vielen Stoffen allgemein in Kauf genommen. Dies gilt umso mehr für Umweltgefährdungen, deren schädliche Effekte in viel geringerem Maße wahrnehmbar sind, also insbesondere für Belastungen von Boden und Grundwasser.

Die allgemein verfügbaren Kenntnisse über die Inhaltsstoffe insbesondere bauchemischer Produkte sind in aller Regel lückenhaft, da die Rezepturen von den Herstellerfirmen nicht offengelegt werden müssen. Soweit bestimmte Inhaltsstoffe bekannt sind, kann man zu einer ersten Einschätzung möglicher bodenschädigender Wirkungen allgemein zugängliche Informationsquellen nutzen. Zu nennen sind z. B. der Katalog wassergefährdender Stoffe oder Informationssysteme, die neben chemisch-physikalischen Daten auch Angaben zur Toxikologie und zu Umweltauswirkungen enthalten (s. Umweltbundesamt 2003, BGVV 2003). Für die einzelnen bauchemischen Erzeugnisse können Informationen auch den Sicherheitsdatenblättern nach DIN 52900 entnommen werden (vgl. z.B. Sicherheitsdatenblätter, Datenbank euSDB, Uni Mainz; www.eusdb.de/zugang.html).

Ungeachtet der geringen Kenntnisse über das Verhalten von Fremdstoffen im Boden lassen sich jedoch aufgrund spezifischer Stoffeigenschaften und dementsprechend typischer Wirkungsweisen im Boden bestimmte Problemgruppen zusammenfassen. Zu den bodenschädigenden Stoffgruppen, die beim Bauen eine Rolle spielen, gehören:

- Schwermetalle,
- Holzschutzmittel,
- organische Lösemittel,
- leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) und
- Mineralölprodukte.

Die Wahrscheinlichkeit eines Eintrags in den Boden hängt dabei wesentlich davon ab, ob diese Stoffe bei Erd-, Rohbau oder den Innenausbauarbeiten verwendet werden. Mineralölprodukte z.B. gelangen im Wesentlichen durch den Betrieb von Fahrzeugen und Maschinen im Außenbereich in den Boden, chemikalienreiche Bauprodukte dagegen, die im Wesentlichen im Innenausbau verwendet werden, allenfalls bei Havarien oder unsachgemäßer Entsorgung. Die meisten Einträge unerwünschter chemischer Stoffe in den Boden lassen sich vermeiden, wenn das Prinzip „Saubere Baustelle“ eingehalten wird. Ordnungsgemäße Wartung der eingesetzten Maschinen und Fahrzeuge, ein umfassendes Entsorgungskonzept für alle Baurestmassen differenziert nach Recyclingwegen sowie die routinemäßige

alle Baurestmassen differenziert nach Recyclingwegen sowie die routinemäßige Reinigung der Arbeitsflächen nach den Arbeiten mit dem Besen dienen nicht nur der eindeutigen Zuordnung von Verantwortlichkeiten zwischen den beteiligten Unternehmen unterschiedlicher Gewerke sondern letztlich auch dem Bodenschutz.

Quellen

Ausbildungszentrum des Schweizerischen Baumeisterverbandes: www.baupunktumwelt.ch

Blum, Winfried; Antje Kaemmerer und Reinhard Stock (Hrsg.): Neue Wege zur nachhaltigen Bodennutzung. Berlin 2002

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): Bodenschutz beim Bauen. Bern 2003 (als pdf-Datei erhältlich: www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_boden)

Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung / BfLR (Hrsg.): Städtebaulicher Bericht: Nachhaltige Stadtentwicklung. Herausforderungen an einen ressourcenschonenden und umweltverträglichen Städtebau. Bonn 1996

Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin / BgVV: Chemikalieninformationssystem zu verbraucherrelevanten Stoffen (CIVS) und Internationale chemische Sicherheitsdatenblätter / ICSC (2003) (www.bgvv.de)

Greiff, Rainer und Wolfgang Kröning / Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.): Bodenschutz beim Bauen. Karlsruhe 1993

Kanton Luzern, Amt für Umweltschutz: Umgang mit Boden und Entsorgung von Aushub, Merkblätter für Baustellenbetrieb, ZUDK, 2000; (www.umwelt-luzern.ch)

Kanton Solothurn, Amt für Umwelt: Bodenschutz beim Bauen (www.so.ch)

Umweltbundesamt: Liste wassergefährdender Stoffe, die in die Wassergefährdungsklassen 1 bis 3 des Anhangs 2 der VwVwS vom 17. 05. 1999 eingestuft sind (www.umweltbundesamt.de/wgs/#)

Regenwasserversickerung und Bodenschutz - ein Konflikt?

Lothar Fuhrmann und Dr. Christian Korndörfer
Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt

Das von versiegelten Flächen abfließende Niederschlagswasser soll wegen der negativen Folgen einer kanalisierten Regenwasserableitung so naturnah wie möglich bewirtschaftet werden. Unter naturnaher Regenwasserbewirtschaftung versteht man, die ortsspezifischen Komponenten des natürlichen Gebietswasserhaushaltes "Grundwasserneubildung", "Verdunstung" und "oberirdischer Abfluss" durch naturnahe Maßnahmen der "Versickerung", "Speicherung" und "gedrosselten Ableitung" im Sinne einer Eingriffsminimierung in den Wasserhaushalt bei Beachtung des Gewässerschutzes vor Ort zu erhalten bzw. wieder herzustellen. Wegen der ökologischen und auch ökonomischen Vorteile gewinnt die naturnahe Regenwasserbewirtschaftung zunehmend an Bedeutung.

Der Wasserhaushalt unbebauter Gebiete wird durch die Urbanisierung zwangsläufig gestört, da vor allem die Verdunstungskomponente bei einer Bebauung nicht vollständig ausgleichbar ist. Diejenigen Niederschlagsmengen, die nicht verdunsten können, müssen entweder versickert und/oder in oberirdischen Gewässern abgeleitet werden. Der erforderliche Gewässerschutz konzentriert sich bei der Versickerung auf den Grundwasserschutz.

Die Qualität des von Dach- und Verkehrsflächen abfließenden Niederschlagswassers ist je nach Standortgegebenheiten sehr unterschiedlich. Es können hohe Konzentrationen an organischen und anorganischen Schadstoffen auftreten.

Der Grundwasserschutz wird hauptsächlich durch die Sickerpassage über die belebte Bodenzone, also den „Mutterboden“ - Horizont gewährleistet. Die Forderung nach Versickerung über die belebte Bodenzone ruft deshalb die Besorgnis einer Bodenkontamination und damit Bedenken bei den Bodenschützern hervor.

Untersuchungen in Regenwasserversickerungsanlagen im Stadtgebiet von Halle/Saale und an verschiedenen Standorten in Nordrhein-Westfalen ergaben Anreicherungen von Schwermetallen im Oberboden. Bei Fortführung der derzeitigen Versickerungspraxis ist innerhalb von einigen Jahrzehnten an allen Standorten mit Grenzwertüberschreitungen von Schwermetallen im Boden zu rechnen. Bezüglich Blei können Prüfwerte der BBodSchV bei in Ballungszentren liegenden Regenwasserversickerungsanlagen bereits innerhalb von Betriebszeiträumen von 10 Jahren überschritten werden.

Trotzdem stellt die Regenwasserversickerung über die belebte Bodenzone eine sinnvolle Alternative zur konventionellen Regenwasserableitung dar. Bei Planung, Bau und Betrieb von Regenwasserversickerungsanlagen sollte allerdings der Aspekt der Schadstoffanreicherung

rung unbedingt Berücksichtigung finden (z. B. Bodenaustausch im Rahmen von Wartungsarbeiten, Verzicht auf großflächiges schwermetallhaltiges Dachmaterial).

1 Dezentrale Regenwasserversickerung - eine wasserwirtschaftliche Notwendigkeit

Das von versiegelten Flächen abfließende Niederschlagswasser soll wegen der negativen Folgen einer kanalisierten Regenwasserableitung so naturnah wie möglich bewirtschaftet werden.

Die dezentrale Regenwasserversickerung gehört zum System der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung. Unter naturnaher Regenwasserbewirtschaftung versteht man, die ortsspezifischen Komponenten des natürlichen Gebietswasserhaushaltes "Grundwasserneubildung", "Verdunstung" und "oberirdischer Abfluss" durch naturnahe Maßnahmen der "Versickerung", "Speicherung" und "gedrosselten Ableitung" im Sinne einer Eingriffsminimierung in den Wasserhaushalt bei Beachtung des Gewässerschutzes vor Ort zu erhalten bzw. wieder herzustellen.

Der Wasserhaushalt un bebauter Gebiete wird durch die Urbanisierung zwangsläufig gestört, da die Verdunstungskomponente bei einer Bebauung auch nicht ansatzweise ausgleichbar ist. Diejenigen Niederschlagsmengen, die nicht verdunsten können, müssen entweder versickert und /oder in oberirdischen Gewässern abgeleitet werden.

Anlass für die Umorientierung in der Niederschlagswasserbeseitigung von der Regenwasserableitung zur Regenwasserbewirtschaftung sind sowohl ökologische als auch ökonomische Erwägungen. Beispielhaft sollen folgende Überlegungen genannt werden:

- Hochwasserschäden, Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer nach Starkregen und eine abnehmende Grundwasserneubildung verdeutlichen die Notwendigkeit von Entwässerungssystemen, die stärker als bisher die Wirkungszusammenhänge im natürlichen Wasserkreislauf berücksichtigen.
- Vorhandene Kanalnetze sind häufig ausgelastet. Mittel zur Erweiterung der Kanalsysteme sind knapp. Als Ausweg werden alternative, kostengünstigere Entwässerungslösungen gesucht.

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Versickerung von Regenwasser stellt nach dem aktuellen Stand der Gesetzgebung eine Grundwasserbenutzung im Sinne des § 3 Wasserhaushaltgesetz (WHG) dar, die nach § 2 WHG einer behördlichen Erlaubnis bedarf. Die Erlaubnis ist nach § 7 WHG zu beantragen. Gemäß § 33 WHG können die Länder bestimmen, dass für das Einleiten von Niederschlagswasser in das Grundwasser zum Zwecke seiner schadlosen Versickerung eine Er-

laubnis nicht erforderlich ist. Das ist mit der Erlaubnisfreiheits-Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft vom 12.09.2001 in Sachsen gegeben. Danach bedarf die dezentrale Regenwasserversickerung unter bestimmten Voraussetzungen keiner wasserrechtlichen Erlaubnis mehr.

Die bisher geltenden Rechtsbestimmungen haben in erster Linie den Schutz des Grundwassers vor nachteiligen Veränderungen durch die Einleitung von Regenwasser zum Gegenstand.

Die Qualität des von Dach- und Verkehrsflächen abfließenden Niederschlagswassers ist je nach Standortgegebenheiten sehr unterschiedlich. Es können je nach Wetterlage, Primärbelastung des Niederschlages sowie Verschmutzungsgrad und Art der abflussliefernden versiegelten Flächen hohe Konzentrationen an organischen und anorganischen Schadstoffen auftreten.

Aus Sicht des Grundwasserschutzes ruft deshalb eine gezielte, technisierte Versickerung von Niederschlagswasser immer die Besorgnis einer Grundwasserkontamination hervor.

Als Leitbild gelten die im § 1 des WHG enthaltenen und hier auszugsweise genannten Forderungen, dass jedermann verpflichtet ist, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um

- eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten,
- die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes zu erhalten,
- eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden.

Der Grundwasserschutz wird bei Versickerungsanlagen gemäß ATV-DVWK-Regelwerk hauptsächlich durch folgende Vorgaben gewährleistet:

- Die Sohle von Versickerungsanlagen darf nicht in das Grundwasser eintauchen. Es muss mindestens 1 m Sickerraum bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand vorhanden sein.
- In der Versickerungszone dürfen keine mobilisierbaren Schadstoffe (z. B. in Altlasten) enthalten sein.
- Stark verschmutzte versiegelte Flächen einschließlich des diesbezüglichen Gefahrenpotenzials dürfen nicht an eine Versickerungsanlage angeschlossen werden. Ihre Niederschlagsabflüsse müssen über das Kanalnetz einer Kläranlage zugeführt werden.
- **Die Sickerpassage sollte über die belebte Bodenzone – also den Mutterbodenhorizont - erfolgen**

3 Anforderungen aus Sicht des Bodenschutzes

Wegen der wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile gegenüber der konventionellen Stadtentwässerung gewinnt die dezentrale Versickerung urbaner Regenwasserabflüsse umweltpolitisch zunehmend an Bedeutung. Auch der Staatsminister für Umwelt und Landwirtschaft, Herr Flath, hat beispielsweise in seiner Festrede auf der Jahrestagung des Bundesverbandes Boden im vergangenen Jahr in Leipzig mehr Versickerung gefordert /1/.

Forschung und Praxis arbeiten verstärkt an den hydraulischen Grundlagen zur Dimensionierung von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen unter verschiedenen Standortbedingungen /2/, /3/.

Es gibt kein System oder keine technische Lösung, die nur Vorteile hat. Deshalb müssen aber auch mögliche Nachteile und Grenzen einer dezentraler Versickerung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit diskutiert werden. Dazu gehören neben Fragen der hydraulischen Zuverlässigkeit und Auswirkungen auf Grundwasserspiegel und Baugrund auch Aspekte der Wasserqualität und des Stoffverbleibs, beispielsweise von Schwermetallen im Boden.

An vielen Stellen werden im Land Regenwasserversickerungsanlagen betrieben und es besteht die Besorgnis, dass sich dadurch Schadstoffe in Böden weit über das Normalmaß hinaus anreichern. Diese möglichen Einträge in den belebten Boden können z. B. dessen Funktion als Filter beeinträchtigen. Viele der dezentralen Regenwasserversickerungsanlagen befinden sich in Siedlungsgebieten und häufig in Gärten. Dieser Sachverhalt macht eine fundierte Gefährdungseinschätzung dieser Problematik dringlich.

Das Bundes-Bodenschutzgesetz fordert, dass

- die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen sind,
- schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen zu sanieren sind,
- Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden getroffen wird und
- bei Einwirkungen auf den Boden Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen so weit wie möglich vermieden werden.

Zu den schädlichen Bodenveränderungen gehört die Anreicherung von Schadstoffen mit toxischen Eigenschaften. Es besteht der Verdacht, dass die auf toxikologischer Basis gründenden und auch auf Versickerungsanlagen anzuwendenden Vorsorge- und Prüfwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) innerhalb absehbarer Zeiten überschritten werden.

Die Beantwortung folgender Fragen ist von Interesse:

- Kann die zunächst theoretisch begründete Sorge einer Schadstoffanreicherung in Versickerungsböden in der Praxis bestätigt werden ?
- Wenn ja, ist festzustellen, welche Größenordnung die Schadstoffanreicherung bereits einnimmt und ob es zu Überschreitungen von Vorsorge- und Prüfwerten gemäß BBodSchV kommt ?
- Was sind die Ursachen der Schadstoffanreicherung und in welchen Zeiträumen werden handlungsrelevante Größen erreicht?

4 Stand der Forschung und Technik

Die Auswertung aus der Literatur hinsichtlich der qualitativen Parameter des Niederschlages zeigt, dass die Messergebnisse großen örtlichen und zeitlichen Schwankungen unterliegen. Je nach Lage und vorhergehender Witterung können polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe sowie Schwermetalle den Niederschlag deutlich befrachten. Die stoffliche Belastung ist stark vom Staubgehalt der Luft abhängig.

Wie eingangs schon erwähnt, ist auch die Wasserqualität von Dach- und Straßenabflüssen je nach Standortgegebenheiten sehr unterschiedlich. Es können hohe organische und anorganische Schadstoffgehalte auftreten. Bei den anorganischen Schadstoffgehalten zeigt sich, dass besonders dann hohe Konzentrationen vorgefunden wurden, wenn Metalle im Dachwasser vorhanden waren.

Im landläufig als Mutterboden bezeichneten humushaltigen Oberboden verbleiben die aus dem zugeführten Niederschlagswasser stammenden Schadstoffe. Der Verbleib von Schadstoffen im Boden unterliegt verschiedenen Mechanismen (z.B. Filtration, Rückhalt ungelöster Stoffe sowie Sorption) und ist von den Bodeneigenschaften (z.B. pH-Wert, Humus- und Tongehalt) abhängig. Einen großen Einfluss auf die Adsorption von Schwermetallen besitzt der pH-Wert des Bodens.

5 Untersuchungen langjährig genutzter Versickerungsböden

Zu den Folgen einer gezielten Einleitung von möglicherweise kontaminierten Niederschlagswasser in das Erdreich gibt es bisher wenig Untersuchungen. Über die Anreicherung von Schwermetallen im Boden unter Versickerungsmulden oder -flächen liegen kaum Daten vor.

An den Universitäten Essen und Halle-Wittenberg hat man in jüngster Vergangenheit mit Untersuchungen begonnen, deren Ziel darin besteht, am Beispiel von Pb, Cu und Zn festzustellen, wie eine z.T. über 30 Jahre dauernde Dachwasserversickerung den Schwermetallgehalt

in Böden von Versickerungsanlagen beeinflusst hat. Die Untersuchungsergebnisse wurden veröffentlicht /6/, /7/.

5.1 Methodik

In Halle/Saale z.B. wurden im Rahmen einer Studie in der Innenstadt, in einem Industriegebiet und in einem ländlichen Wohngebiet am Stadtrand während eines Zeitraumes von sieben Monaten an elf Stellen in unregelmäßigen, witterungsabhängigen Abständen Dachwasserproben gesammelt und auf Pb, Cu und Zn analysiert. Gleichzeitig wurden im gleichen Areal Bodenuntersuchungen durchgeführt.

Die untersuchten Versickerungsflächen (15 Standorte) waren mindestens sieben Jahre bis weit über 30 Jahre mit Dachwasser beschickt worden. Da vor allem bei den lang währenden Versickerungsanlagen der Ausgangswert der Schwermetallkonzentrationen nicht erfassbar war, erfolgte ein Vergleich der Gehalte der Versickerungsbereiche mit denen von Böden der unmittelbaren Umgebung.

Die Analyseergebnisse wurden mit den Vorsorge- und Prüfwerten der BBodSchV verglichen.

Zur Beantwortung der Frage, in welchen Zeiträumen handlungsrelevante Größen erreicht werden, erfolgten Hochrechnungen nach verschiedenen Szenarien. Für bestimmte Bedingungen wurde berechnet, wie lange es dauern würde, bis im Versickerungsboden die Vorsorge- bzw. Prüfwerte der BBodSchV für die untersuchten Metalle erreicht werden.

5.2 Ergebnisse

Die in der Literatur dargestellten Untersuchungsergebnisse /6/, /7/ kann man wie folgt zusammenfassen:

- In Halle/Saale weisen von der untersuchten 15 Standorten in den oberen 10 cm der Versickerungsböden
 - 78 % eine signifikante Anreicherung
 - 16 % höhere Werte (nicht signifikant)
 - 6 % geringere Werte

an Schwermetallgehalten als die Vergleichsböden auf.

Diese Ergebnisse wurden ausnahmslos durch die Analysenwerte der Beprobungstiefe 10 - 30 cm bestätigt, allerdings auf einem niedrigerem Niveau, was die zu erwartende Abnahme der Schwermetallkonzentration mit zunehmender Tiefe bestätigt.

- Auch bei den Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen wurden Anreicherungen von Schwermetallen in Versickerungsböden im Vergleich zu Referenzproben festgestellt. Bei der

Suche nach Kriterien, die auf eine unterschiedliche Anreicherung mit Schadstoffen hinweisen, zeigte sich, dass die Anreicherung von Cd, Pb und Zn der untersuchten Anlagen in der Regel in Ballungskernen oder Ballungsrandzonen höher ist, als in den ländlichen Gebieten. Für Kupfer wurde diese Tendenz allerdings nicht bestätigt.

Wurden Metalle in Dachmaterialien verwandt, so trugen auch diese zur Aufkonzentration der entsprechenden Metalle in den untersuchten Böden der Versickerungsanlagen bei.

- Vergleicht man die Analysenergebnisse der Versickerungsböden aus Halle mit den für die Bodenart Lehm/Schluff festgelegten Vorsorgewerten der BBodSchV so ergibt sich folgendes Bild:

Überschreitungen in den Versickerungsböden, 0 - 10 cm Beprobungsintervall:

- bei Pb 40 %
- bei Cu 7 %
- bei Zn 67 %.

Ein Vergleich mit den Schwermetallkonzentrationen außerhalb der Versickerungsbereiche führt zu folgenden Überschreitungsanteilen:

- bei Pb 20 %
- bei Cu 1 %
- bei Zn 27 %

Der Prüfwert für Pb der BBodSchV ist für die Nutzungsart "Kinderspielflächen" bei 33 % überschritten.

- Die Hochrechnungen aus Halle zur Ermittlung der Gesamtzeit bis zur Erreichung der Vorsorgewerte nach BBodSchV schwanken je nach Metall bis zu 150 Jahren. Insgesamt zeichnet sich ein mittlerer Wert von 20 bis 80 Jahren ab.
- Analoge Abschätzungen der Zeiträume, in denen eine Versickerung von Niederschlagswasser zu einer Anreicherung von Schwermetallen in Höhe der Prüfwerte der BBodSchV im Versickerungsboden führen kann, erfolgten auch in Nordrhein-Westfalen.

Als problematisch wird dabei die Situation für Pb gesehen. Ca. 25 % der ausgewerteten Anlagen erreichen den entsprechenden Prüfwert für Pb gemäß BBodSchV bei gleichbleibenden Bedingungen innerhalb von 10 Jahren. Innerhalb von 30 Jahren sind es etwa ein Drittel der untersuchten Anlagen.

Werden nur die Anlagen in Ballungsräumen und Ballungsrandzonen betrachtet, erreichen ca. 40 % der untersuchten Anlagen den Prüfwert für Pb innerhalb von 10 Jahren. Innerhalb von 30 Jahren sind es weitere 15 %.

Für Cd sind die abgeschätzten Zeiträume meist so hoch (> 90 Jahre), dass sie vermutlich über der Betriebsdauer von Versickerungsanlagen liegen.

Im Fall eines untersuchten Pb-Daches lag der Zeitraum bis zum Erreichen des jeweiligen Pb-Prüfwertes jedoch bei 0,5 - 1,2 Jahren. Eine vorherige Herausfilterung des Feststoffes würde den Zeitraum auf 12 - 31 Jahre verlängern.

6 Schlussfolgerungen für eine nachhaltige Regenwasserversickerung

Die Hochrechnungen haben sicherlich einen etwas spekulativen Anstrich. Sie machen aber deutlich, dass es durchaus sinnvoll ist, über den Schwermetalleintrag durch Niederschlagsabflüsse auch von Dachflächen zu diskutieren.

Den ökonomischen und ökologischen Vorteilen einer dezentralen Regenwasserversickerung stehen in Halle und Nordrhein-Westfalen nachgewiesene Anreicherungen von Schwermetallen in den Versickerungsbereichen gegenüber. Der Boden dieser Versickerungsbereiche wird genutzt, um Regenwasserabflüsse zu reinigen und dadurch das Grundwasser vor Einträgen zu schützen.

Bei der konventionellen Entwässerung wird der Boden über die Ausbringung von Klärschlamm ebenfalls als "Endlager" genutzt. Durch die Trennkanalisation in Form von Regenkanalauslässen oder die Mischwasserentlastungen an den Gewässern gelangen Schwermetalle gänzlich ungefiltert in die Gewässer und werden in die Umwelt diffus verteilt.

Umweltbelastende Schwermetalle fallen sowohl bei der naturnahen Regenwasserversickerung, als auch bei der konventionellen Entwässerung in gleicher Menge an und müssen deponiert werden. Der Unterschied besteht lediglich in der Verortung des Endlagers.

Damit relativiert sich der Aspekt der festgestellten Schwermetallanreicherungen in Versickerungsböden. Es stellt sich die Frage, wo die Schwermetalle am zweckmäßigsten angereichert werden sollen, wenn es nicht gelingt, sie aus dem Stoffkreislauf zu entfernen.

Es wird für günstiger erachtet, die Schadstoffe an definierter Stelle immobilisiert zu wissen und ggf. entsorgen zu können, als sie diffus in der Umwelt zu verteilen. Letzteres geschieht gerade durch Regenwasserkanalisation und Gewässereinleitung uneingeschränkt.

Nicht jedem Bodenschützer wird diese Vorgehensweise gefallen. Aber es ist zu berücksichtigen, dass der Boden im unbebauten und selbst im ungenutzten Zustand verschiedenen Schadstoffen ausgesetzt ist (z. B. Luftverschmutzung, saurer Regen). Jede Form der Nutzung, z.B. durch die Landwirtschaft, besonders aber Siedlungsaktivitäten in urbanen Gebieten, verstärkt die Belastung. Insofern ist die Situation des Bodens mit der von Gewässern vergleichbar. Ein Freihalten des Bodens von jeglichem Schadstoffeintrag kann zwar ein Leitbild sein, aber nicht die Grundlage für einen praktischen Umweltschutz. Maximalforderungen für ein Schutzgut führen zwangsläufig zu einer Verlagerung der Belastung auf andere Schutzgüter.

Mit nachfolgenden Maßnahmen ist es möglich, die Anreicherungsrate von Schwermetallen in Versickerungsböden gering zu halten und das Immobilisierungsvermögen für Schwermetalle zu verbessern:

- Vergrößerung der Versickerungsfläche durch Erhöhung des Anschlussverhältnisses der an die Versickerungsanlage angeschlossene Fläche zur Versickerungsfläche. Das hängt im Einzelfall von der Freiflächenverfügbarkeit ab.
- Vermeidung von Metallen (Pb, Cu, Zn) als großflächiges Dachmaterial sowie Einsatz eines Feststofffilters, der den partikulären Anteil der Schadstoffe vor dem Erreichen der Versickerungsanlage ganz oder teilweise zurückhält.
- Erhöhung des Akkumulationsverhaltens des Versickerungsbodens gegenüber Schwermetallen durch Anreicherung des Bodens mit Eisenoxiden und Einsatz von Kalk.

Außerdem sollte bei Verdachtsmomenten in regelmäßigen Abständen (z.B. im Abstand von 10 Jahren) der Schwermetallgehalt der Versickerungsböden überprüft werden und bei Prüfwertüberschreitung nach entsprechender Expositionsabschätzung und Sickerwasserprognose gemäß BBodSchV ein Bodenaustausch mit ordnungsgemäßer Entsorgung vorgenommen werden.

7 Quellennachweis

/1/ Flath, S.: Boden bewusst bewahren - Festrede auf der 5. BVB-Jahrestagung am 16.09.2002 in Leipzig

/2/ Geiger, W.; Dreiseitl, H.: Neue Wege für das Regenwasser, 2. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München 2001

/3/ Sieker, F. (Hrsg.): Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, Verlag Analytica, Berlin 1998

/4/ Korndörfer, Ch. u. a.: Ziele und Planungsgrundlagen einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung in Dresden, KA - Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall (47) Nr. 12, 2000

/5/ Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt und Eigenbetrieb Stadtentwässerung (Hrsg.): Mit Regenwasser wirtschaften - Praxisratgeber, Dresden 2000

/6/ Hiller, D.; Dornauf, Ch.; Winzig, G.: Schwermetallanreicherungen in Niederschlagswasserversickerungsanlagen ? (Ergebnisse einer Feldstudie aus NRW), Bodenschutz, H. 2, Berlin 2003

/7/ Gieska, M.; Tanneberg, H.; von der Ploeg, R.R.: Lokal erhöhte Schwermetallkonzentrationen in urbanen Böden durch Versickerung von Dachabflüssen, Wasser & Boden, 52. Jg, H. 3, Berlin 2000

/8/ Mohs, B.: Regenwasserversickerung im Spannungsfeld zwischen Wasserwirtschaft und Bodenschutz, Bodenschutz, H. 2, Berlin 1997

Zur Belastung sächsischer Böden mit anorganischen Stoffen – ein Sachstandsbericht

Günter Rank und Kati Kardel
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Einführung

Im Rahmen der Umweltmessnetze des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) wurde vor ca. 10 Jahren ein Bodenmessprogramm konzipiert (OSSENKOPF & PÄLCHEN, 1992), um flächendeckend für Sachsen die Arsen- und Schwermetallbelastung der Böden beurteilen zu können.

Mit den in Sachsen flächendeckend und nutzungsunabhängig erhobenen Rasterdaten 4 km x 4 km wurde der Grundstock für eine landesweite Übersichtsdarstellung der Arsen- und Schwermetallgehalte sächsischer Böden gelegt (RANK et al., 2000). Mit den Messnetzen 1 km x 1 km wurden erste Verdichtungen in Gebieten mit bekannten bzw. vermuteten erhöhten Stoffgehalten vorgenommen (Tab. 1). Die Ergebnisse wurden teilweise publiziert (Ehrenfriedersdorf - RANK et al., 1997; Radebeul - KARDEL et al., 2000) bzw. sind als Dokumentationsberichte im LfUG und in den Staatlichen Umweltfachämtern (StUFÄ) verfügbar.

2 Ausbau der Datenbasis

Bereits Mitte der 90er Jahre wurde begonnen die Datenbasis in den sächsischen Bergbau- und Hüttenzentren (Raum Freiberg und Ehrenfriedersdorf) mit den sog. Sondermessnetzen systematisch zu verbessern (Tab. 1). Aus prospektionsgeochemischen Untersuchungen war bekannt, dass es bei der Bildung der Silber-Blei-Zink- und der Zinnlagerstätten zu enormen Cd-Pb-As- bzw. As-Anreicherungen in den Nebengesteinen und damit in den Böden kommt. Ende der 90er Jahre erfolgte die Bearbeitung des Raumes Schneeberg – Aue - Schwarzenberg – Johannegeorgenstadt. Die hier konzentriert auftretenden Uran- und polymetallischen Mineralisationen führen eine Reihe von As-Mineralen, so dass es neben der radiologischen Belastung in diesem Raum zu einer umweltrelevanten As- Belastung kommen kann.

Tab. 1: Systematische Bodenuntersuchungen im Landesamt für Umwelt und Geologie

Jahr bzw. Abschluss	Untersuchungsart	Region	Anzahl Proben-Standorte
1993 bis 1997	Bodenmessnetz Raster 4 x 4 km	FS Sachsen, Bodenatlas 1999/2000	1.160
1993 bis 1997	Bodenmessnetze Raster 1 x 1 km	Zittau, Zwickau, Ehrenfriedersdorf, Radebeul, Borna	1.200
2000	Sondermessnetze Bergbaugebiete	Ehrenfriedersdorf	540
2001		Freiberg	2.000
2002		Schneeberg – Aue – Schwarzenberg - Johanngeorgenstadt	350
2001	Catenen in Auen	Elbe (Nord)	600
2001		Vereinigte Mulde	700
2002		Zschopau	100
2002/2003		Freiberger Mulde	400
2003		Zwickauer Mulde	700

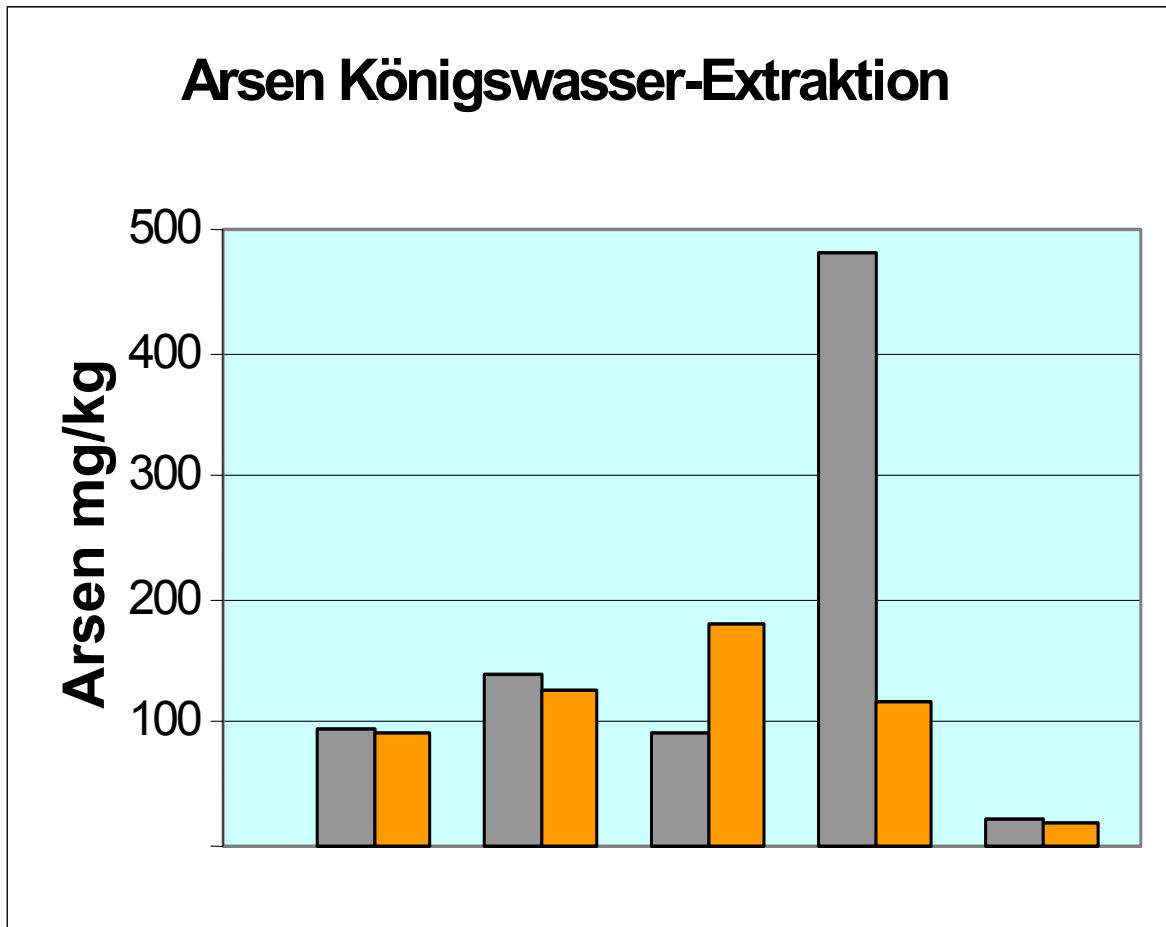
Über Verwitterungsprozesse und den Stofftransport über die Vorfluter werden vor allem As, Cd und Pb in den Auenböden akkumuliert. Besonders betroffen sind dabei die Auenböden des Muldensystems und der Zschopau, in deren Einzugsgebieten sich alle größeren erzgebirgischen Bergbaugebiete befinden.

Da mit den 4 x 4 km Rasterbeprobungen diese Bereiche nur zufällig und damit unzureichend erfasst werden konnten, wurde Ende der 90er Jahre ein Auenuntersuchungsprogramm aufgelegt. Dies umfasst die bodenkundliche Profilaufnahme auf Catenen quer zur Fließrichtung des Flusses sowie eine horizontbezogene Beprobung (Oberboden/Unterboden). Der Abstand der Catenen beträgt ca. 1 km, kann aber durch die wechselnde Morphologie teilweise stark variieren.

Die nach dem Augusthochwasser 2002 abgelagerten Sedimenten wurden zunächst stichprobenartig beprobt und analysiert. Die As- und Pb-Gehalte (Medianwerte) der Schlämme liegen, mit Ausnahme der Freiberger Mulde, in der Größenordnung der Auenböden (Abb. 1). Die Cd-Gehalte der Schlämme (Medianwerte) weisen grundsätzlich etwas höhere Gehalte als die Auenböden auf (Oberboden, Medianwerte).

Die Sedimentablagerungen der Freiberger Mulde besitzen extrem hohe As-, Pb- und Cd-Gehalte. Die Ursachen dafür sind i. W. in der Aus- und Abspülung von Halden (z. B. Muldenhütten) und dem Austrag von Schlämmen aus Altbergbauanlagen zu suchen.

Abb. 1: Vergleich Arsen-Gehalte in Hochflutsedimenten 2002 – Oberboden (Medianwerte)



Durch die Übernahme und Einbeziehung weiterer Daten aus Behörden und Hochschul- und Forschungseinrichtungen sind jetzt im LfUG ca. 12.000 Analysen von Oberbodenproben und ca. 6.000 Analysen von Unterbodenproben verfügbar.

Die LfUG-Analytik der Sondermessnetze und in den Catenen der Auen ist auf die jeweils zu erwartenden problematischen Stoffgehalte ausgerichtet, umfasst aber immer As, Pb, und Cd. Mit Ausnahme von Ehrenfriedersdorf wurden die Gesamtgehalte mittels Königswasser-Extraktion ermittelt. Totalgehalte wurden nach den Empfehlungen von UTERMANN et al. (1999) substratbezogen umgerechnet.

In den Untersuchungsprogrammen des LfUG wurden zusätzlich am Oberboden der Ammoniumnitrat-extrahierbare Stoffanteil sowie an den Unterbodenproben der Wasser-eluierbare Elementanteile (DEV) bestimmt.

3 Ergebnisse und Kartendarstellungen

3.1 Landesweite Übersichtskarten

Mit diesem neuen, wesentlich erweiterten Datensatz wurden die Übersichtskarten der Elementverteilung im Maßstab 1:400.000 neu erstellt. Damit sind sie mit den Übersichtskarten zur Geologie/Hydrogeologie und zu den Böden unmittelbar vergleichbar. Wesentliche Verbesserungen der Darstellung ergeben sich vor allem in den potentiellen Belastungsgebieten, die jetzt stärker gegliedert sind.

Die ersten Ergebnisse des Auenmessprogramms sind zunächst als Punktdaten dargestellt. Für die breiten Auen der Elbe und Vereinigten Mulde in Nordsachsen ist noch zu prüfen, ob eine Rasterdarstellung fachlich sinnvoll und kartographisch möglich ist.

Neben den Gesamtgehalten liegen für die Oberböden (nutzungsunabhängig) die Ammoniumnitrat-extrahierbaren Elementanteile (AN) vor, die nach BBodSchV zur Bewertung der Wirkungspfade Boden-Pflanze und Boden-Grundwasser herangezogen werden können. Gegenüber den Gesamtgehalten stehen jedoch für die landesweite Bewertung deutlich weniger Daten zur Verfügung, die aber für eine Erkennung der Problemgebiete ausreichend erscheint. Im Rahmen der Sondermessnetze und des Auenmessprogramms gehört die Bestimmung der AN-Gehalte im Oberboden zum Analytik-Standardprogramm.

3.2 Regionale Übersichtskarten

In den Schwerpunktgebieten mit stofflichen Bodenbelastungen wurde mit den Sondermessnetzen der Datenbestand sukzessive erweitert. Die Beprobungsdichte erreicht im Raum Schneeberg – Schwarzenberg – Johanngeorgenstadt (As-Belastung, Abb. 5) ca. 2 Proben/km², Freiberg (Cd-, As-, Pb-Belastung) ca. 5 Proben/km² und bei Ehrenfriedersdorf (As-Belastung) ca. 8 Proben/km². Die Datendichte erlaubt eine Darstellung der Stoffverteilung im Maßstab von ca. 1:50 000.

3.3 Abgeleitete Übersichtskarten

Aus den landesweiten und regionalen Übersichtskarten können über die GIS-Verschneidung der Analysen mit den Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV und der Nutzung wirkungspfad- und nutzungsspezifische Karten abgeleitet werden.

4 Weiterführende Untersuchungen

Obwohl das Problem der stofflichen Belastungen sächsischer Auenböden, insbesondere des Muldensystems, seit langem bekannt ist (u.a. RANK et al., 1998), stehen die Auenböden durch die Überflutung infolge des Augusthochwassers 2002 verstärkt im Fokus der Öffentlichkeit. Auf Grund der teilweise intensiven landwirtschaftlichen und sensiblen Nutzung der Auenböden (u.a. Kleingartenanlagen), liegt der kurzfristige Arbeitsschwerpunkt in der Weiter-

führung der Probenahme und Analytik in den Auen der Freiburger und Zwickauer Mulde sowie der Zschopau. Anschließend wird die Untersuchung der Elbaue in ihrem Südteil, flussaufwärts von Riesa bis zur Grenze nach Tschechien, fortgesetzt.

Aus den geochemischen Arbeiten zur Lagerstättensuche im Erzgebirge (vor 1990) und dem Messnetz Raster 4 km x 4 km ist bekannt, dass neben den bereits untersuchten Bergbaugebieten (Tab. 1) weitere Gebiete existieren, die vor allem durch anomal hohe geogene und z. T. anthropogene As-Gehalte in den Oberböden gekennzeichnet sind. Eine Weiterführung der Untersuchungen wird deshalb in den Gebieten Dippoldiswalde – Altenberg, Annaberg B. – Marienberg – Pobershau und im Raum Gottesberg – Klingenthal als notwendig erachtet.

5 Literatur

KARDEL, K.; SYMMANGK, R.; WEIDENSDÖRFER, H.; RANK, G. & PÄLCHEN, W. (1997): Bodenmessnetz Radebeul, Raster 1 km x 1 km. – Materialien zum Bodenschutz CD-ROM, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.

OSSENKOPF, P. & PÄLCHEN, W. (unter Mitarb. v. HEILMANN, H.; KAWELKE, CH. & ADAM, CH. (1992): Umweltmessnetze Freistaat Sachsen. Konzeption Bodenmeßprogramm. - unveröff. Bericht, Sächsisches Landesamt f. Umwelt und Geologie, Radebeul.

RANK, G.; KARDEL, K.; PÄLCHEN, W. (1998): Zur Belastung sächsischer Böden mit anorganischen und organischen Schadstoffen - Verteilung, Intensität, Ursachen. - Z. geol. Wiss. 26 (1/2), S. 61-78.

RANK, G.; KARDEL, K.; PÄLCHEN, W. & WEIDENSDÖRFER, H. (2000): Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 3: Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km. - Materialien zum Bodenschutz, CD-ROM Ausgabe, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.

RANK, G.; KARDEL, K.; PÄLCHEN, W.; SYMMANGK, R. & WEIDENSDÖRFER, H. (1997): Bodenmessprogramm Freistaat Sachsen - Bodenmessnetz Ehrenfriedersdorf. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt f. Umwelt u. Geologie, Radebeul.

UTERMANN, J.; DÜWEL, O.; FUCHS, M; GÄBLER, H. E.; GEHRT, E.; HINDEL, R. & SCHNEIDER, J. (1999): Methodische Anforderungen an die Flächenrepräsentanz von Hintergrundwerten. – UBA-Projekt FuE 297 71 010, Bundesanstalt f. Geowissenschaften u. Rohstoffe (BGR), Hannover.

Nutzung schadstoffbelasteter Landwirtschaftsflächen

Dr. habil. Detlef Laves und Dr. Ralf Klose
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

1. Problemstellung

Landwirtschaftlich genutzte Flächen des Erzgebirges, des Erzgebirgsvorlandes und der Flusssauen im Einzugsgebiet des Erzgebirges weisen häufig naturbedingt (geogen) erhöhte Arsen- und Schwermetallgehalte auf. Dadurch können Schadstoffe über den Wirkungspfad Boden – Pflanze- (Tier) – Mensch in die Nahrungskette gelangen. Handlungsempfehlungen zum Umgang mit schadstoffbelasteten Landwirtschaftsflächen sollen dazu beitragen, dieser Gefahr zu begegnen.

2. Erkennung schädlicher Bodenveränderungen bei Schadstoffkontaminationen

Nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung gilt das Überschreiten des Schadstoff- Maßnahmenwertes (Anlage 1) als Indiz für das Überschreiten des Schadstoff- Höchstgehaltes der Pflanze

- nach Futtermittelrecht (Anlage 2)
bzw. im Hinblick auf
- den Lebensmittelrichtwert der Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS).

Allerdings ist die Beziehung zwischen den Schadstoffgehalten im Boden und in der Pflanze häufig sehr lose. Deshalb bedeutet die Überschreitung des Boden- Schadstoff- Maßnahmenwertes nicht zwangsläufig die Überschreitung des Schadstoff-Höchstgehaltes in der Pflanze. Andererseits können durch die gegenüber den ZEBS- Werten verschärften Grenzwerte der inzwischen in nationales Recht überführten EG-Kontaminanten-VO (Nr. 466/2001) für Lebensmittel (Anlage 3) Schadstoff-Höchstgehalte in Nahrungspflanzen schon unterhalb der Boden-Maßnahmenwerte überschritten werden. Folglich ist eine schädliche Bodenveränderung eingetreten und besteht die Gefahr des Schadstoffeintrags in die Nahrungskette dann, wenn die Pflanzen die Schadstoff-Höchstgehalte des Lebensmittelrechts bzw. des Futtermittelrechts überschreiten und die Schadstoffe tatsächlich aus dem Boden stammen.

3. Nachweis der schädlichen Bodenveränderung bei Kontamination mit Schadstoffen und daraus resultierende Konsequenzen

Der Nachweis über das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung ist im Einzelfall zu prüfen. Für diese Einzelfallprüfung sind gesetzliche Regelungen hilfreich, wonach der Landwirt als Produzent pflanzlicher Erzeugnisse die Nichtüberschreitung der Schadstoff-

Höchstgehalte des Lebensmittel- bzw. Futtermittelrechts zu garantieren hat. Überschreitungen dieser Höchstgehalte haben folgende Konsequenzen:

- Hinweis auf eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast
- Verschneidungsverbot der Lebensmittelerzeugnisse bzw. ab 01.08.2003 der Futtermittelerzeugnisse, d.h. Verbot der Vermischung von kontaminiertem mit nicht kontaminiertem Erntegut
- Vermarktungsverbot der Lebensmittel- bzw. Futtermittelerzeugnisse
- Verfütterungsverbot im Eigenbetrieb ab 01.08.2003
- Anzeigepflicht bei schädlicher Bodenveränderung gegenüber der zuständigen Bodenschutzbehörde (ggf. Auskunftspflicht, Unterlagenvorlage, Untersuchungsuldung (Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz (§ 10 (2)))
- Anzeigepflicht bei kontaminierten Lebensmitteln gegenüber der für die Überwachung zuständigen Behörde einschließlich Unterrichtung über die zum Schutz der Gesundheit des Endverbrauchers getroffenen Maßnahmen (Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz § 40 a)
- Anzeigepflicht bei kontaminierten Futtermitteln gegenüber der für die Überwachung zuständigen Behörde, auch bei beabsichtigter Vernichtung der Futtermittel (Futtermittel-gesetz § 17 (5))
- Ahndung vorsätzlicher oder fahrlässiger Verstöße gegen diese gesetzlichen Regelungen des Bodenschutz-, Lebensmittel- und Futtermittelrechts mit Bußgeld.

4. Gefahrenabwehr bei schadstoffbelasteten Landwirtschaftsflächen

4.1. Optimierung des pH-Wertes

Zur Verringerung der Schwermetallaufnahme der Pflanze ist ein pH-Wert des Bodens von 5,8 ... 6,5 durch entsprechende Kalkgaben anzustreben. Dabei soll die Einmalgabe 40 dt CaO/ha bei Ackernutzung und 25 dt CaO/ha bei Grünlandnutzung nicht überschreiten. Boden- pH-Werte oberhalb 6,5 begünstigen die Arsenaufnahme der Pflanzen und sollten deshalb vermieden werden.

4.2. Phosphordüngung

Wegen des Konkurrenzverhaltens von Phosphor gegenüber Arsen bei der Wurzel-aufnahme kann eine bedarfsgerechte an der Pflanzenwurzel platzierte Phosphordün-gung (keine Vorratsdüngung) zu Beginn der Vegetationsperiode die Arsenaufnahme der Pflanzen vermindern.

4.3. Anbauempfehlungen

Durch den Anbau von Fruchtarten und Sorten mit verminderter Schadstoffaufnahme kann die Gefahr des Schadstoffeintrags in die Nahrungskette vermindert werden.

4.3.1. Getreide

Brotweizen gehört zu den stark cadmianreichernden Fruchtarten. Dabei gibt es deutliche Sortenunterschiede. So entzogen die Weizensorten Victo und Tilburi dem Boden etwa dreimal mehr Cadmium als die Sorte Batis (Tabelle 1).

Tabelle 1

Sortenabhängige Cadmium-Aufnahme bei Winterweizen

Sorte	Cd-Aufnahme (Verwitterungsboden) [%]
Batis	100
Flair	143
Contur	179
Windsor	212
Bandit	221
Ritmo	254
Tilburi	309
Victo	310

Mit Ausnahme der Sorten Windsor und Bandit unterschieden sich alle Sorten hinsichtlich ihrer Cadmiumaufnahme signifikant.

Überschreitet Brotweizen den Cadmium-Höchstgehalt von 0,2 mg/kg TM (88 % TS), empfiehlt sich der Anbau von Roggen und Gerste. Trotz des geringeren Cadmium-Höchstgehaltes (0,1 mg/kg TM (88 %TS)) bei Roggen und Gerste gegenüber Brotweizen, überschreiten diese im Vergleich zu Brotweizen ihren zulässigen Cadmium-Höchstgehalt weniger häufig.

Bei Überschreitung der Cadmium-Höchstgehalte in Nahrungspflanzen nach Lebensmittelrecht ist der Anbau von Futtergetreide oder Feldfutter eine Alternative infolge des höher zulässigen Cadmium-Höchstgehaltes von 1,0 mg/kg TM (88 % TS) nach Futtermittelrecht.

4.3.2. Obst-, Gemüseanbau

Bei Obst und Gemüse nehmen die generativen Pflanzenteile (Früchte, Blüten) weniger Schwermetalle auf als die vegetativen Pflanzenteile (Wurzel, Stängel, Blätter). Bei schwermetallbelasteten Nutzflächen resultieren daraus Unterschiede hinsichtlich der Anbaueignung (Tabelle 2).

Tabelle 2

Anbauempfehlungen für schwermetallbelastete Nutzflächen

Schwermetallaufnahme			
erhöht		mittel	gering
Blattgemüse	Wurzelgemüse	Kohlgemüse	alle Obstarten
Stängelgemüse	Möhren	Blumenkohl	Bohnen
Spinat	Petersilienwurzel	Kopfkohl	Erbsen
Blattsalat	Radieschen	Kohlrabi	Gurken
Kresse	Rettich	Broccoli	Paprika
Küchenkräuter	Rote Bete	Grünkohl	Tomaten
Rhabarber	Schwarzwurzel	Rosenkohl	
	Sellerie	Porree	
		Zwiebeln	
		Knoblauch	
		Erdbeeren	
		Kartoffeln	
Anbau nicht geeignet		Anbau bedingt geeignet	Anbau geeignet

4.3.3. Umwandlung von Ackerland in Grünland

Wenn trotz vorgenannter Maßnahmen zur Reduzierung der Schwermetall-Aufnahme in den Nahrungspflanzen zur Lebensmittelerzeugung die Schwermetall-Höchstgehalte überschritten werden, empfiehlt es sich, Ackerland in Grünland umzuwandeln, vorausgesetzt der Arsengehalt des Bodens ist für die Grünlandnutzung unbedenklich (≤ 50 mg/kg TM).

4.3.4. Futtererzeugung

- Bei hohen Schadstoffgehalten im Boden bestimmt der an den Pflanzen anhaftende Boden die Schadstoffgehalte des Futters. Deshalb dienen Maßnahmen zur Verminderung der Futterschmutzung der Schadstoffgehaltsverringern im Futter (Tabelle 3).

Tabelle 3

Verminderung der Verschmutzung des Futters mit Boden bei der Aufnahme von Grünland- und Ackerfutter (nach: Elsässer und Nußbaum, LVVG Aulendorf 1993)

Ursache der Verschmutzung	Maßnahme zur Abhilfe
1. Schnittnutzung bei Grünland (Grünfutter, Silage, Heu)	

lückiger Pflanzenbestand	*Nach- oder Übersaat
ungünstige Zusammensetzung des Pflanzenbestandes	*standortgerechte Arten- und Sortenwahl
	*Anpassung von Düngung und Nutzung
	*häufigere Nutzung ergibt dichte Narbe
Fahrspuren	*Unkrautbekämpfung
Fahrspuren	*Befahren nur bei ausreichender Anpassung der Bereifung an das Gewicht
Maschineneinstellung	*höher mähen, 5-7 cm stehen lassen
häufige Bearbeitung	*zügiges Anwelken mit großer Schlagkraft
	*Verzicht auf einen Wendevorgang durch Konservierungsverfahren, bei denen rascheres Einfahren möglich ist (z. B. Heubelüftung an Stelle von Bodenheubereitung, Siliermitteleinsatz)
Futtertransport	*Vermeiden von Staubeentwicklung beim Transport zur Anpassung der Fahrgeschwindigkeit
Futtereinlagerung	*im Fahrsilo Überfahren des Futters nur mit sauberen Schlepperreifen
	*im Hochsilo Zwischenlagerung des Futters vor Gebläsebeschickung nur auf befestigter Bodenplatte bzw. Befüllung über Dosiergerät
nasses oder feuchtes Grünfutter	*Mahd möglichst bei abgetrocknetem Pflanzenbestand
	*späterer Schnitzeitpunkt am Tag
	*an Regentagen schonende Ackerfuttermahd mit größerer Schnitthöhe
2. Weidewirtschaft (auf Grünland und Ackerfutterflächen)	
Narbenschäden	*Nach- bzw. Übersaat
	*kurze Weidephasen bei Regen oder feuchtem Boden
	*bei nasser Witterung ist auf das Beweiden von Ackerfutter zu verzichten
	*angepasster Viehbesatz
	*Wechsel der Weidetore und Tränkestelle
	*Unterstand mit befestigter Bodenplatte
zu tiefe Nutzung	*durch Einkalkulieren von genügend Weiderest (ca. 20 % des Futteraufwuchses) sollte die Verbisstiefe gesteuert werden (optimal: 3-5 cm)
	*Viehbesatz reduzieren
	*rechtzeitiger Weidewechsel
Starkregen	*Auftrieb nicht unmittelbar nach Starkregenfällen (Verschmutzung des Futters)
3. Ackerfutter	
lückiger Pflanzenbestand	*bei besonders lückigem Bestand Verzicht auf Futternutzung
Lager	*Verwendung standfester Sorten
	*kein Anbau leicht lagernder Zwischenfrüchte (z. B. Erbsen)

4.3.5. Flächenumwidmung

Wenn trotz der vorgenannten Maßnahmen zur Reduzierung des Schadstoffgehaltes in den Nahrungs- bzw. Futterpflanzen die gesetzlich vorgeschriebenen Schadstoff-Höchstgehalte des Lebensmittel- bzw. Futtermittelrechts überschritten werden, emp-

fielt es sich, die landwirtschaftliche Nutzfläche umzuwidmen. Diese Flächenumwidmung ist förderbar.

Folgende Maßnahmen der Flächenumwidmung werden gefördert, wobei der Standort und die Flächennutzung die Förderhöhe der Maßnahme bestimmen (Tabelle 4).

Tabelle 4
Umwidmung von landwirtschaftlichen Flächen

Maßnahme	Beihilfe (€/ha · a)
Umwandlung von Ackerland in naturschutzgerecht bewirtschaftetes Grünland	360-450 ¹⁾
Langfristige Stilllegung landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Biotopentwicklung	380-630 ¹⁾
Pflege aufgegebenen landwirtschaftlicher Flächen	210 ¹⁾
Pflege von Streuobstwiesen	205-450 ¹⁾
Erstaufforstung	690 (20 Jahre) ²⁾
Stilllegung, nachfolgender Anbau nachwachsender Rohstoffe gestattet	ca. 392 ³⁾

¹⁾ Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Freistaat Sachsen 2000 – 2006, (Hrsg.): Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)

²⁾ Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung der ökologischen Waldmehrung im Freistaat Sachsen – vom 11. März 2003 – RL-Nr. 93/2003

³⁾ EG-Verordnung 1251/1999 zur Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen

5. Forschungsbedarf zur treffsicheren Erkennung schädlicher Bodenveränderungen

Die bessere Erfassung des Zusammenhangs von Schadstoffgehalten im Boden und in der Pflanze macht es möglich, aus der alleinigen Kenntnis der Schadstoffgehalte im Boden

- schädliche Bodenveränderungen treffsicher zu erkennen
- den Umgang mit schadstoffbelasteten Landwirtschaftsflächen besser zu planen
- durch entsprechende Anbaumaßnahmen die Einhaltung der Schadstoff- Höchstgehalte im Lebensmittel- bzw. Futtermittelerntegut sicherzustellen.

Der Zusammenhang von Schadstoffgehalten im Boden und in der Pflanze wird genauer erfasst, wenn der Schadstoffgehalt des Bodens in unmittelbarer Umgebung der Pflanzenwurzel bestimmt wird und bei der Bestimmung der Schadstoffgehalte in der Pflanze außer der Pflanzenart auch die Pflanzensorte berücksichtigt wird.

In der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft dazu erzielte Ergebnisse sind im Hinblick auf die Schadstoffextraktion des Bodens mit Königswasser und mit Kresse (biologische Extraktion) erfolgversprechend. In folgenden Übersichten werden die königswasserlöslichen Cadmium- und Arsen-Grenzgehalte im Boden ausgewiesen, bei denen die Cadmium-Höchstgehalte in Nahrungs- bzw. Futterpflanzen und die Arsen-Höchstgehalte in Futterpflanzen überschritten werden (Tabelle 5, 6).

Tabelle 5
Kritische Cadmiumgehalte im Boden (Königswasserextrakt)

Fruchtart	Grenzwert [mg/kg]	Boden	Überschreitung des Grenzwertes ab ⁴⁾ [mg/kg Boden]
Winterweizen	0,2 ¹⁾	Auenböden	1,3 (pH 4,5) 1,5 (pH 5,5) 1,6 (pH 6,5)
		Verwitterungsböden	0,7
Sommergerste	0,1 ¹⁾	Alle Böden	3,9
Winterroggen	0,1 ¹⁾	Alle Böden	2,7
Winterroggen	1 ³⁾	Alle Böden	20
Grünland ²⁾	1 ³⁾	Alle Böden	8

Tabelle 6
Kritische Arsengehalte im Boden (Königswasserextrakt)

Fruchtart	Grenzwert [mg/kg]	Boden	Überschreitung des Grenzwertes ab ⁴⁾ [mg/kg Boden]
Grünland²⁾	2 ³⁾	Alle Böden	75

¹⁾ Verordnung (EG) Nr. 466/2001: Lebensmittel (Frischgewicht)

²⁾ ungewaschen, für Grünland wurde eine zusätzliche Verschmutzung mit Boden von 1,5 % angenommen.

³⁾ Richtlinie 2002/32/EG: für Futtermittelausgangserzeugnisse pflanzlichen Ursprungs (bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 %)

⁴⁾ Angaben sind Orientierungswerte

6. Fazit

Zur Markierung schädlicher Bodenveränderungen im Bodenschutzrecht enthaltene Regelungen orientieren sich an den Schadstoff-Höchstgehalten in Nahrungs- und Futtermittelpflanzen nach dem Lebensmittel- und Futtermittelrecht. Überschreitungen der Schadstoff-Höchstgehalte in Nahrungs- und Futterpflanzen sind folglich ein Indiz für schädliche Bodenveränderungen, wenn die Schadstoffe aus dem Boden stammen. Die Eigenverantwortung des Produzenten (Landwirt), die Nichtüberschreitung der Schadstoff-Grenzwerte in seinen

landwirtschaftlichen Erzeugnissen zu garantieren, ist für die Beurteilung über das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung hilfreich und nutzbar.

Handlungsempfehlungen zum Umgang mit schadstoffbelasteten Landwirtschaftsflächen begegnen der Gefahr des Schadstoffeintrags in die Nahrungskette über den Wirkungspfad Boden-Pflanze-(Tier)-Mensch.

Angewandte Forschungen über Schadstoffgehalte in Böden sind auf die treffsichere Erkennung schädlicher Bodenveränderungen zu richten, damit der Produzent durch Anpassung seiner Bewirtschaftungsmaßnahmen rechtzeitig reagieren kann.

Anlagen

- Anlage 1: Prüf- und Maßnahmenwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze
- Anlage 2: Höchstgehalte für unerwünschte Stoffe in Futtermitteln, EG-Richtlinie 2002/32/EG
- Anlage 3: Verordnung (EG) Nr. 466/2001 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln: Höchstgehalte an Schwermetallen in Lebensmitteln (Auszug)

Anlage 1 Prüf- und Maßnahmenwerte nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze

königswasserlöslich, außer AN (ammoniumnitratlöslich)

	Prüfwert	Maßnahmenwert	Maßnahmenwert	Prüfwert
	[mg/kg TM]			
Element	Acker	Acker	Grünland	Acker ¹⁾
Arsen	200 (50 red. Bed.) ²⁾		50	0,4 AN
Cadmium		0,04 AN ³⁾ 0,10 AN	20	
Blei	0,1 AN		1200	
Thallium	0,1 AN		15	
Quecksilber	5		2	
Kupfer			1300 (200 Schafe)	1,0 AN
Nickel			1900	1,5 AN
Zink				2,0 AN

- 1) im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen
 2) für Böden mit zeitweise reduzierenden Bedingungen
 3) für Brotweizen und stark cadmiumanreichernde Gemüsearten

Erläuterungen zu Anlage 1:

Das Gesetz zum Schutz des Bodens (BBodSchG vom 17.03.1998) legt fest, dass bei Überschreitung

- eines Prüfwertes
die einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen ist, um festzustellen, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt,
- eines Maßnahmenwertes
von einer schädlichen Bodenveränderung/Altlast unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung in der Regel auszugehen ist und Maßnahmen zur Sanierung und/oder Gefahrenabwehr einzuleiten sind.

Für den Pfad Boden-Nutzpflanze gelten die vorgenannten Prüf- und Maßnahmenwerte für die Probeentnahmetiefe 0-30 cm bei Ackernutzung bzw. 0-10 cm bei Grünlandnutzung. Sie erhöhen sich um den Faktor 1,5 bei Probeentnahmetiefen von 30-60 cm (Ackernutzung) bzw. 10-30 cm (Grünlandnutzung).

Anlage 2 **Höchstgehalte für unerwünschte Stoffe in Futtermitteln, EG-Richtlinie 2002/32/EG**

unerwünschter Stoff	Erzeugnis	Höchstgehalt [mg/kg TM (88 %) TS]
Arsen	Futtermittelausgangserzeugnisse, ausgenommen:	2
	- Grünmehl, Luzernegrünmehl, Kleegrünmehl, getrocknete Zuckerrübenschnitzel	4
	- Phosphate und Futtermittel aus Fischen/Meerestieren	10
	- Alleinfuttermittel, ausgenommen	2
	Alleinfuttermittel für Fische	4
	- Ergänzungsfuttermittel, ausgenommen	4
Mineralfuttermittel	12	
Cadmium	Futtermittelausgangserzeugnisse pflanzlichen Ursprungs	1
	- Futtermittelausgangserzeugnisse tierischen Ursprungs, ausgenommen: Futtermittel für Heimtiere	2
	- Phosphate	10
	- Alleinfuttermittel für Rinder, Schafe und Ziegen, ausgenommen: Alleinfuttermittel für Kälber, Lämmer und Ziegenlämmer	1
	- Andere Futtermittel, ausgenommen: Futtermittel für Heimtiere	0,5
	- Mineralfuttermittel	5
Blei	- Futtermittelausgangserzeugnisse, ausgenommen:	10
	Grünfutter	40
	Phosphate	30
	Hefen	5
	- Alleinfuttermittel	5
	Ergänzungsfuttermittel, ausgenommen: Mineralfuttermittel	10
30		
Quecksilber	- Futtermittelausgangserzeugnisse, ausgenommen:	0,1
	Futtermittel aus Fischen/Meerestieren	0,5
	- Alleinfuttermittel, ausgenommen:	0,1
	Alleinfuttermittel für Hunde und Katzen	0,4
	- Ergänzungsfuttermittel, ausgenommen: Ergänzungsfuttermittel für Hunde und Katzen	0,2

Erläuterung zur Anlage 2:

Zur Einschätzung der Kontamination von Futtermitteln mit unerwünschten Stoffen dient die "Richtlinie 2002/32/EG über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung". Bis Mai 2003 ist diese Richtlinie in nationales Recht umzusetzen und tritt ab 01. August 2003 in Kraft. Gegenüber dem noch geltenden Futtermittelrecht treten folgende Veränderungen ein:

1. Die Verdünnung von Futtermitteln, die den Höchstgehalt an unerwünschten Stoffen überschreiten mit unbelasteten Partien ist nicht mehr gestattet (Verschneidungsverbot).
2. Die Verwendung von Futtermitteln bis zur 2,5fachen Überschreitung des zulässigen Höchstgehaltes an unerwünschten Stoffen im Eigenbetrieb ist nicht mehr gestattet.

Anlage 3 Verordnung (EG) Nr. 466/2001 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln: Höchstgehalte an Schwermetallen in Lebensmitteln (Auszug)

Element	Erzeugnis	Höchstgehalt in [mg/kg FM]
Cadmium	Fleisch von Rindern, Schafen, Schweinen, Geflügel	0,05
	Leber von Rindern, Schafen, Schweinen, Geflügel	0,50
	Niere von Rindern, Schafen, Schweinen, Geflügel	1,00
	0,10	
	Getreide, ausgenommen	
	- Kleie, Weizengetreide, Keime, Reis	0,20 0,05
	Gemüse und Obst, ausgenommen	
- Blattgemüse, frische Kräuter, Knollensellerie, alle Kulturpilze	0,20	
Stängelgemüse, Wurzelgemüse, Kartoffeln (geschält), ausgenommen Knollensellerie	0,10	
	Milch	0,02
	Fleisch von Rindern, Schafen, Schweinen, Geflügel	0,10
	Schlachtnebenerzeugnisse von Rindern, Schafen, Schweinen, Geflügel	0,50
	Getreide (einschl. Buchweizen) und Hülsenfrüchte	0,20
Blei	Gemüse, ausgenommen Kohlgemüse, Blattgemüse, frische Kräuter, Pilze (bei Kartoffeln für geschälte Kartoffeln)	0,10
	Kohlgemüse, Blattgemüse, alle Kulturpilze	0,30
	Obst, ausgenommen	0,10
	- Beerenobst	0,20
Quecksilber	Nur für Fischereierzeugnisse	

Erläuterung zu Anlage 3:

Die Verordnung ist seit 5. April 2002 rechtskräftig. Die Höchstgehalte für die Elemente Cadmium und Blei beziehen sich auf den essbaren Teil von Lebensmitteln. Diese dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn die Schwermetallhöchstgehalte nicht überschritten werden. Die Höchstgehalte ersetzen die Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmitteln der Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS) und sind bei mehreren Lebensmitteln im Vergleich zu den ZEBS-Werten niedriger angesetzt.

Vollzugshilfe im Rahmen der Bewertung großflächiger schädlicher Bodenveränderungen

Norbert Feldwisch
Ingenieurbüro Feldwisch, Bergisch Glasbach
und Kati Kardel
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

1. Einleitung

Als Vollzugshilfe wurde im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie der Leitfaden „Handlungsempfehlungen für die Umsetzung des Bodenschutzrechtes in Gebieten mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten“ erstellt. Er fasst die Ergebnisse des gleichnamigen Vorhabens unter Berücksichtigung weiterer Erkenntnisse zusammen¹.

Der Bodenschutzvollzug steht in Gebieten mit großflächigen Belastungen vor einer enormen Herausforderung. Insbesondere in besiedelten Belastungsgebieten sind die Anforderungen des Bodenschutzrechtes an die Erfassung, Bewertung und Gefahrenabwehr auf einer großen Anzahl von Grundstücken umzusetzen. Der Umfang der dafür notwendigen Arbeiten macht es den zuständigen Bodenschutzbehörden nahezu unmöglich, diese Aufgaben grundstücksbezogen und mit Hilfe von Einzelanordnungen umzusetzen.

So bedarf es in Gebieten mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten einer angepassten Untersuchungs- und Bewertungsmethodik. In solchen Gebieten sind Einzelfalluntersuchungen und -bewertungen im Verwaltungshandeln nicht im vollen Umfang umsetzbar, da aufgrund der hohen Anzahl an betroffenen Grundstücken und der zumeist komplexen Wirkungspfadbetrachtungen der finanzielle und personelle Aufwand zu groß würde.

Stattdessen ist eine gebietsbezogene Vorgehensweise notwendig, welche die erforderlichen Untersuchungs- und Bewertungsschritte sowie die Ableitung und Umsetzung von Bodenschutzmaßnahmen so strukturiert, dass eine Vielzahl räumlich zusammenhängender Grundstücke oder sogar ganze Gebiete bzw. Verwaltungseinheiten wie Gemeindeflächen oder Landkreise zusammen betrachtet werden können.

Die rechtlichen Grundlagen für eine gebietsbezogene Vorgehensweise sind im Bodenschutzrecht verankert, wobei verschiedene Gebietskategorien differenziert werden:

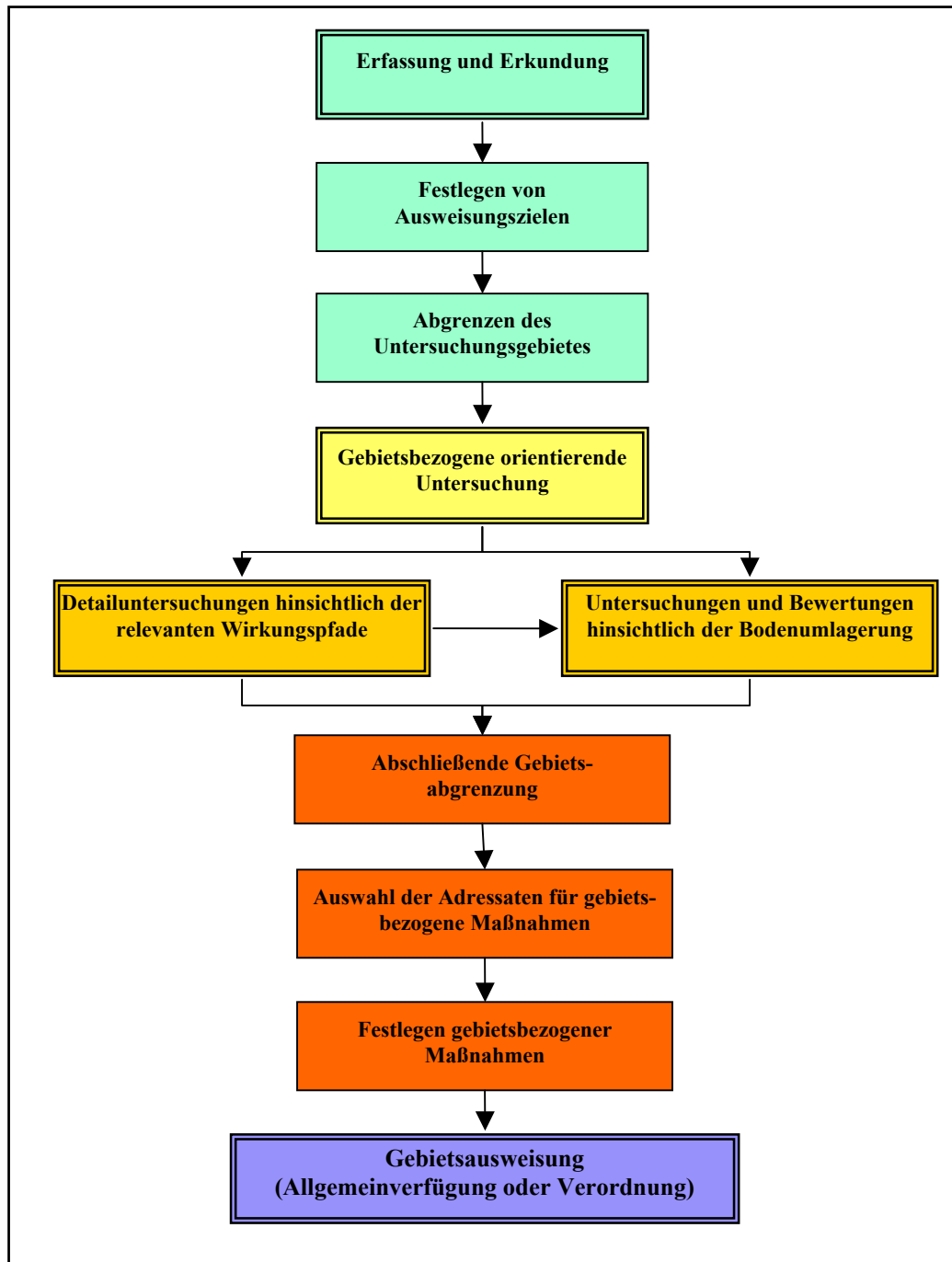
- Gebiete mit erhöhten Schadstoffgehalten nach § 12 Abs. 10 BBodSchV
- Gebiete, in denen flächenhafte schädliche Bodenveränderungen auf Grund erhöhter Schadstoffgehalte auftreten oder zu erwarten sind nach § 9 SächsABG

Dieser rechtliche Rahmen wird von den vorliegenden Handlungsempfehlungen mit bodenschutzfachlichen Hilfestellungen ausgefüllt. Anhand eines Ablaufschemas (vgl. Abb. 1) wer-

¹ Der Leitfaden wurde in Zusammenarbeit mit der IFUA-Projekt-GmbH, Bielefeld erstellt. Rechtliche Zuarbeit haben die Herren Dr. iur. Schmehl, Gießen und Dr. iur. Hendrichke, Bonn geleistet. Die Kooperation hat zur Abfassung des Buches „Gebietsbezogener Bodenschutz“ geführt (Feldwisch et al. 2003).

den die wesentlichen Arbeitsschritte der Erfassung und Abgrenzung von Gebieten mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten, der orientierenden Untersuchung und Detailuntersuchung sowie der Ableitung angepasster Sanierungs- bzw. Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen beschrieben. Die bodenschutzfachlichen und -rechtlichen Anforderungen an die einzelnen Arbeitsschritte werden benannt.

Abbildung 1: Ablaufschema der gebietsbezogenen Vorgehensweise



Über den Leitfaden hinaus werden bodenschutzrechtliche und bodenschutzfachliche Aspekte des gebietsbezogenen Bodenschutzes auch von FELDWISCH et al. (2003) dargelegt.

2. Erfassung und Erkundung

Im Rahmen des Umweltmessnetzes des Freistaates Sachsen wurden die vorliegenden Daten zu organischen und anorganischen Schadstoffen in Böden landesweit ausgewertet. Mit Hilfe eines gezielt angelegten Bodenmessprogramms konnten flächendeckend für Sachsen die Arsen- und Schwermetallbelastungen der Böden im Maßstab der bodenkundlichen Übersichtskarte (BÜK 400) dargestellt und beurteilt werden. Für ausgewählte Belastungsgebiete wie zum Beispiel Ehrenfriedersdorf und Freiberg – Brand-Erbisdorf – Halsbrücke ist die Messstellendichte deutlich größer, so dass Abschätzungen der Schadstoffgehalte in Böden auf der Ebene mittelmaßstäbiger Karten möglich sind. Die Daten des Bodenmessprogramms sind im FIS BODEN dokumentiert. Auswertekarten finden sich im Bodenatlas des Freistaates Sachsen – Teil 3 (RANK et al. 1998). Auf der Ebene der Landkreise und insbesondere der Gemeinden kann die vorgenannte Datenbasis durch weitere regionale oder lokale Messergebnisse ergänzt werden. Ergänzend zur Erfassung der vorliegenden Daten zur stofflichen Bodenbelastung sind historische Schadstoffquellen zu erkunden.

Liegen nach Abschluss der Erfassung und Erkundung Anhaltspunkte vor, die auf ein Gebiet mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten bzw. auf das Vorliegen flächenhafter schädlicher Bodenveränderung hinweisen, dann ist von der zuständigen Bodenschutzbehörde eine gebietsbezogene orientierende Untersuchung durchzuführen. Einen Überblick über mögliche einfache Anhaltspunkte im Sinne von § 3 Abs. 3 BBodSchV vermittelt Tabelle 1.

Tabelle 1: Einfache Anhaltspunkte, die auf ein Gebiet mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten bzw. auf das Vorliegen von flächenhaften schädlichen Bodenveränderung hinweisen

Einfache Anhaltspunkte
<ul style="list-style-type: none">• Lage in<ul style="list-style-type: none">- Überschwemmungsgebiet- Polder- Rieselfeld- Immissionsgebiet (Nähe zu emittierenden Betrieben, Randbereiche von großen Siedlungen, Bergbaugebiete)• Böden aus Auensedimenten (auch ohne aktuellen Überschwemmungseinfluss)• Böden auf geologischen Schichten mit naturbedingt hohen Schadstoffgehalten• Böden im Bereich von Vererzungen• Böden mit starker Versauerung (z.B. Immissionslagen der Kammlagen, Standorte mit Waldschäden)• Güllehochlastflächen• Böden, die umfangreich mit Abfallstoffen wie Klärschlamm beaufschlagt wurden• Böden im (historischen) Einwirkungsbereich von Staubverwehungen oder von austretenden belastetem Wasser (z.B. von Halden, Altablagerungen)• Flächenhaft erhöhte Schadstoffgehalte in Böden oder Nahrungs- und Futterpflanzen

Bevor die orientierende Untersuchung sachgerecht geplant und durchgeführt werden kann, sind sowohl die Untersuchungsziele als auch der Untersuchungsraum festzulegen.

3. Ausweisungsziele und Vorteile einer gebietsbezogenen Vorgehensweise

Vor dem Hintergrund der umfassenden Vollzugsaufgaben in Gebieten mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten bietet sich ein Untersuchungskonzept an, welches

- den notwendigen Aufwand mindert,
- als tolerabel anzusehende Unsicherheiten definiert,
- somit im Hinblick auf die weiteren Schritte ausreichend belastbare Ergebnisse auch für nicht untersuchte Flächen liefert und

auf diese Weise die Umsetzbarkeit und Vollzugssicherheit gewährleistet.

Die Ausweisung von Bodenplanungsgebieten kann insbesondere für die Umsetzung folgender Vollzugsaufgaben bedeutend sein:

- Ermitteln und Abgrenzen von Gebieten mit naturbedingt oder großflächig siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten zur Beschränkung der Vorsorgeverpflichtungen im Sinne von § 8 Abs. 2 BBodSchG, § 4 Abs. 8, § 9 Abs. 2 und 3 sowie § 11 Abs. 2 BBodSchV;
- Ermitteln und Abgrenzen von Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten zur Umsetzung der Ausnahmeregeln nach § 12 Abs. 10 BBodSchV;
- Erfassen und Abgrenzen von Gebieten mit flächenhaften schädlichen Bodenveränderungen, um im Sinne des § 21 Abs. 3 BBodSchG bzw. § 9 SächsABG gebietsbezogene Maßnahmen ergreifen zu können;
- Die gebietsbezogenen Aussagen des Bodenschutzes können darüber hinaus als Abwägungs- und Kennzeichnungsgrundlage für besonders belastete Böden nach § 1a Abs. 2, § 5 und § 9 BauGB im Rahmen der Bauleitplanung genutzt werden.

Aus bodenschutzfachlicher und verwaltungspraktischer Sicht kann eine gebietsbezogene Vorgehensweise aus nachstehenden Gründen vorteilhaft sein:

- Eine über Einzelgrundstücke hinausgehende Vorgehensweise löst eine große Anzahl von Einzelanordnungen durch gebietsbezogene Regelungen ab. Damit gehen verwaltungspraktische Vereinfachungen bei der Erfassung, Bewertung und der Ableitung erforderlicher, geeigneter und angemessener Bodenschutzmaßnahmen einher.
- Durch die gebietsbezogene Umsetzung sind die erforderlichen Bodenschutzmaßnahmen den betroffenen Grundstückseigentümern, den Inhabern der tat-

sächlichen Gewalt und der Öffentlichkeit besser vermittelbar. Keiner fühlt sich willkürlich herausgegriffen, sondern kann die Gleichbehandlung mit Nachbarn unmittelbar erkennen.

- Ein weiterer Vorteil des gebietsbezogenen Bodenschutzes ist die Betrachtung eines Gebietes im Gesamtzusammenhang. Durch die Betrachtung eines Belastungsgebietes ist eine nachvollziehbare Prioritätensetzung und eine effektivere Maßnahmenabstufung möglich. Eine Verzettelung in eine große Anzahl von Einzelproblemen wird vermieden.
- Darüber hinaus können der insgesamt notwendige Untersuchungsaufwand und die damit verbundenen Kosten gesenkt werden. Denn durch die räumlich repräsentative und wirkungspfadbezogene Untersuchung der stofflichen Bodenbelastungen in einem großflächigen Belastungsgebiet können aufwändige Untersuchungen auf jeder Einzelfläche eingespart werden. Dieser Aspekt bietet Einsparpotenziale sowohl bei der orientierenden Untersuchung als auch bei der Detailuntersuchung, kommt also sowohl der nach § 9 Abs. 1 BBodSchG zuständigen Bodenschutzbehörde als auch den Pflichtigen nach § 9 Abs. 2 BBodSchG zugute und befördert damit die Akzeptanz von Bodenplanungsgebieten.
- Ferner eröffnet eine gebietsbezogene Vorgehensweise auch Vereinfachungen in der Überwachung der angeordneten Maßnahmen, da die Maßnahmen entweder im ganzen Schutzgebiet oder in abgegrenzten Teilgebieten gelten. Somit kann eine einzelfallbezogene Recherche der jeweils ergangenen Anordnungen im Vorfeld der stichprobenartigen Überwachung entfallen.
- Der gebietsbezogene Bodenschutz trägt durch die klare Strukturierung der notwendigen Bodenschutzmaßnahmen auch zur Planungs- und Rechtssicherheit bei, was insbesondere der Siedlungsentwicklung Vorteile verschafft.

4. Abgrenzung von Gebieten mit gebietsbezogenen Bodenschutzaufgaben

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes sowie die kartografische Darstellung der Schadstoffgehalte im Boden bis hin zur Ausweisung eines Bodenplanungsgebietes stellen einen iterativen Arbeitsprozess dar. Im ersten Durchgang wird das Untersuchungsgebiet anhand der im Erfassungsschritt zusammengetragenen Daten in groben Zügen abgegrenzt. Diese erste Festlegung des Untersuchungsgebietes muss im weiteren Untersuchungsablauf eine sichere Abgrenzung des belasteten Gebietes nach außen in den unbelasteten Bereich ermöglichen.

Insofern dürfen die Grenzen am Anfang nicht zu eng gezogen werden, um zu vermeiden, dass während des weiteren Untersuchungsablaufs die Gebietsbetrachtung auf einen größeren Flächenumfang ausgedehnt werden muss. Eine nachträgliche Ausdehnung des zu un-

tersuchenden Gebietes steht zumeist vor dem Problem, dass damit verbundene Mehrkosten den eingestellten Finanzrahmen überschreiten.

Liegen nach der Erfassung bereits umfängliche Ergebnisse zur stofflichen Bodenbelastung vor, dann können Arbeitskarten der geschätzten Schadstoffgehalte erstellt werden. Diese Arbeitskarten sind im Untersuchungsablauf nach der Recherche weiterer Bodendaten und nach ergänzend durchgeführten neuen Bodenbeprobungen sukzessive fortzuschreiben, bis nach Abschluss der orientierenden Untersuchung und der Detailuntersuchung qualifizierte Schadstoffkarten vorliegen, auf deren Basis eine hinreichend genaue Gebietsabgrenzung nach außen in den unbelasteten Bereich und nach innen in Teilgebiete unterschiedlicher Belastungshöhe und / oder Belastungsart möglich ist.

Die Schadstoffkarten sind für bewertungsrelevante Schadstoffe zu erstellen. Dabei können sowohl Schadstoffkarten für die Gesamtgehalte nach Königswasseraufschluss als auch Karten für die verfügbaren Schadstoffgehalte (Resorptions- und / oder Pflanzenverfügbarkeit) angefertigt werden.

Bei der Abgrenzung von Untersuchungsgebieten sind zwei Gebietskategorien zu differenzieren:

1. In Gebieten mit großflächigen Überschreitungen der Vorsorgewerte, jedoch ohne flächenhafte Prüfwertüberschreitungen kann auf der Grundlage des § 12 Abs. 10 BBodSchV der Umgang mit belastetem Bodenaushub geregelt werden. Dazu existiert eine Vollzugshilfe von Seiten der LABO, die alle wesentlichen Anforderungen umfassend beschreibt². Allgemeine Hinweise zu den Anforderungen des § 12 BBodSchV hat das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie in einem Merkblatt übersichtlich zusammengestellt³. Die Anforderungen an den Umgang mit belastetem Bodenmaterial können in solchen Gebieten entweder über Allgemeinverfügungen oder durch Ausweisung von Bodenplanungsgebieten festgelegt werden.
2. Gebiete mit großflächigen Überschreitungen von Prüfwerten oder sonstigen gebietsbezogenen Beurteilungswerten können auf der Grundlage des § 9 SächsABG als Bodenplanungsgebiete ausgewiesen werden.

Das methodische Gerüst zur Abgrenzung von Gebieten beider Belastungskategorien ist grundsätzlich gleich. Auch werden die Arbeitskarten und abschließende Kartenwerke mit gleicher Methodik erstellt, sie basieren lediglich auf einer unterschiedlich umfänglichen Datenbasis und auf unterschiedlichen Bewertungsschritten.

² Vollzugshilfe zum § 12 BBodSchV. Erstellt von der LABO in Zusammenarbeit mit LAB, LAGA und LAWA. Stand: 11.09.2002.

³ Bodenaushub und Bodenauffüllungen. Merkblatt zur Auf- und Einbringung von Materialien auf und in Böden. Materialien zum Bodenschutz. Broschüre hrsg. vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.

Im Wesentlichen müssen bei der Übertragung von Punktdaten (Messwerten auf konkreten Grundstücken) auf ein gesamtes Gebiet drei Hauptarbeitschritte durchgeführt werden:

1. Raumanalyse → Ableiten von homogenen Raumeinheiten
2. Datenanalyse → statistische u. geostatistische Tests, z.B. Ausreißertests, Tests auf räumliche Abhängigkeiten wie Variogrammanalyse
3. Auswahl einer geeigneten Übertragungsmethode
 - a) Übertragen von Kennwerten (wie z.B. Median) auf gleiche Raumeinheiten
 - b) Räumliche Interpolation
 - b1) innerhalb homogener Raumeinheiten
 - b2) über Grenzen von homogenen Raumeinheiten hinweg

Die Beachtung der statistischen und geostatistischen Voraussetzungen für die kartografische Darstellung der geschätzte Stoffgehalte eines Belastungsgebietes ist die Voraussetzung dafür, dass fachlich fundierte und rechtlich sichere Schätzwertekarten erstellt werden können. Das methodische Konzept zur Abgrenzung von Bodenplanungsgebieten nach innen und nach außen wird im Leitfaden detailliert beschrieben.

5. Orientierende Untersuchung

Die orientierende Untersuchung zielt auf die Erhärtung oder Verwerfung des Gefahrenverdachts ab. Dabei sind die Anhaltspunkte anhand der Bedingungen des Einzelfalls zu beurteilen. Im Rahmen der orientierenden Untersuchung sind Recherchen zur Nutzungsgeschichte, zu Emissionsquellen, zu Analysedaten und sonstigen relevanten Einflussgrößen auf die stoffliche Bodenbelastung durchzuführen (vgl. auch Tab. 1).

Gegebenenfalls sind bei nicht ausreichender Datenlage, die anhand statistischer und geostatistischer Verfahren beurteilt werden kann, Nachbeprobungen zur Verdichtung der Messpunkte und zur Herstellung einer ausreichenden räumlichen Repräsentanz / Verteilung der Messpunkte durchzuführen. Tabelle 2 vermittelt einen Eindruck über Mindestprobenumfänge in Abhängigkeit von der Flächennutzung, anhand derer die Datenlage in Untersuchungsgebieten beurteilt werden kann.

Statistische Auswertungen der Bodendaten sowie eine Fortschreibung der kartografischen Darstellungen der Schadstoffverteilung runden die orientierende Untersuchung ab.

Wurde der Gefahrenverdacht erhärtet und liegen somit konkrete Anhaltspunkte vor (vgl. Tab. 3), dann ist zu überprüfen, ob die von der schädlichen Bodenveränderung ausgehenden Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen nach Feststellung der zuständigen Behörde mit einfachen Mitteln abgewehrt oder sonst beseitigt werden können (§ 3 Abs. 5 Satz 2 BBodSchV). Bei einer räumlich begrenzten Fläche wird die Geeignetheit einfacher Mittel leichter zu beurteilen sein, als in Gebieten mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten.

Aufgrund der Gemengelage von unterschiedlichen Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen in großen Gebieten werden in der Regel einfache Maßnahmen nicht hinreichend genau bestimmt werden können, so dass für die Beurteilung von solchen Gebieten § 3 Abs. 5 Satz 2 BBodSchV zumeist keine Bedeutung haben wird. Gibt es jedoch einfache Mittel, dann sind sie zu ergreifen und von einer Detailuntersuchung kann abgesehen werden.

Tabelle 2: Anzustrebender Mindestprobenumfang für die Erstellung repräsentativer Schadstoffkarten

Flächennutzung bzw. Objekte	Mindestprobenumfang
Spiel-, Park- und Freizeitanlagen	10 % der Spiel-, Park- und Freizeitanlagen
Wohngebiete	4 Probennahmestellen/km ²
Kleingärten	10 % der Kleingartenanlagen und mind. 3 Probennahmestellen je Anlage
Industrie- und Gewerbegrundstücke	4 Probennahmestellen/km ²
Landwirtschaftsflächen	1 Probennahmestelle/km ²
Gartenbauflächen	4 Probennahmestellen/km ²
Forstflächen	0,1 Probennahmestelle/km ²
Geogene Besonderheiten	3 Bodenprofile/Einheit
Überschwemmungsgebiete	1 Probennahmestelle je 5 km Auenabschnitt bzw. gezielt nach bedeutenden Einleitern; Heterogenität innerhalb der Aue, insbesondere hinsichtlich Überschwemmungshäufigkeit und zwischen Senken- und Rückenlagen, unbedingt zu berücksichtigen
Flächen mit Materialauftrag	1 Probennahmestelle

Quelle: GSE-Anleitung, UMEG (2002)

Tabelle 3: Konkrete Anhaltspunkte für Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Pflanze

Konkrete Anhaltspunkte
<ul style="list-style-type: none">• Prüfwertüberschreitungen nach BBodSchV am zu beurteilenden Ort• Überschreitungen anderer Beurteilungswerte, die den Anforderungen der Bekanntmachung über Methoden und Maßstäbe für die Ableitung der Prüf- und Maßnahmenwerte nach BBodSchV genügen. Beispiel: Überschreitung von bodenbezogenen Beurteilungswerten für bisher in der BBodSchV nicht geregelte Stoffe, die anhand von Qualitätsanforderungen an Futter- und Nahrungspflanzen abgeleitet werden können.• Bekannte schädliche Bodenveränderungen durch stoffliche Einwirkungen an vergleichbaren Standorten (Standorte sind dann vergleichbar, wenn zumindest Nutzung, oberflächennahe Gesteine und Überschwemmungseinfluss übereinstimmen = homogene Raumeinheiten)• Erhöhte Schadstoffgehalte in Nahrungspflanzen oder in tierischen Produkten

Folgende Ergebnisse der orientierenden Untersuchung sind zu differenzieren:

Fall 1:

Die geschätzten Schadstoffgehalte in Böden (Schadstoffkarten) überschreiten flächenhaft die Prüf- oder Maßnahmenwerte der BBodSchV. Die Umsetzung einfacher Maßnahmen zur hinreichend sicheren Gefahrenabwehr im gesamten Untersuchungsgebiet ist in der Regel nicht möglich. Aus diesem Grund sind entsprechend der bewertungsrelevanten Wirkungspfade darauf ausgerichtete gebietsbezogene Detailuntersuchungen vorzunehmen.

Fall 2:

Die geschätzten Schadstoffgehalte in Böden (Schadstoffkarten) überschreiten nicht flächenhaft die Prüf- oder Maßnahmenwerte der BBodSchV. Insofern ist keine gebietsbezogene Vorgehensweise zu wählen, sondern mit Hilfe von einzelfallbezogenen Detailuntersuchungen die weitere Sachverhaltsermittlung zu betreiben; zuvor ist zu überprüfen, ob mit Hilfe einfacher Mittel eine hinreichende Gefahrenabwehr gewährleistet werden kann. Die mit der einzelfallbezogenen Detailuntersuchung verbundenen Anforderungen entsprechen dem bekannten Regeluntersuchungsablauf und werden deshalb in diesem Leitfaden nicht gesondert beschrieben.

Fall 3:

Die geschätzten Schadstoffgehalte in Böden (Schadstoffkarten) überschreiten flächenhaft die Vorsorgewerte, jedoch nicht flächenhaft die Prüf- oder Maßnahmenwerte der BBodSchV. Damit ist der Gefahrenverdacht für das Vorliegen einer flächenhaften schädlichen Bodenveränderungen ausgeräumt; ggf. identifizierte Teilbereiche mit Prüf- oder Maßnahmenwertüberschreitungen sind wie Fall 2 zu bearbeiten. Für das gesamte Untersuchungsgebiet sind jedoch aufgrund der flächenhaften Überschreitungen der Vorsorgewerte die Anforderungen des § 12 Abs. 10 BBodSchV umzusetzen.

6. Detailuntersuchung

Im Folgenden werden die Grundzüge der gebietsbezogenen Detailuntersuchung vermittelt. Ausführliche methodische Hinweise sind dem Leitfaden zu entnehmen.

6.1 Wirkungspfad Boden-Mensch

Die hier beschriebenen weiteren Sachverhaltsermittlungen setzen in Gebieten an, in denen nach den Ergebnissen vorliegender Schadstoffkarten mit flächenhaften Prüfwertüberschreitungen zu rechnen ist. Die methodischen Anforderungen an die weitere Sachverhaltsermittlung werden im Folgenden näher ausgeführt, wobei im Ansatz das Ziel verfolgt wird, aufgrund von flächenübergreifend gültigen Erkenntnissen und Zusammenhängen eine Vielzahl von Einzelfallprüfungen mit entsprechend aufwändigen Untersuchungen auf jedem Grundstück zu vermeiden.

Die Feststellung der Prüfwertüberschreitung erfolgt hierbei anhand der Ergebnisse der Schadstoffkarte. Diese liefert Erkenntnisse über die geschätzten Stoffgehalte von Böden, mittels derer sich für Flächen und Bereiche Prüfwertüberschreitungen abschätzen lassen. Weiterhin sind einer Schadstoffkarte üblicherweise Informationen über Belastungsursachen bzw. von einander abgrenzbare Bodenverhältnisse, die zu unterscheidbaren Stoffgehalten führen, zu entnehmen (homogene Raumeinheiten). Diese Kenntnisse sind Voraussetzung für die Kategorisierung von Sachverhalten bei Prüfwertüberschreitung ohne einzelfallspezifische Prüfung.

Bei festgestellter Prüfwertüberschreitung erfolgt in der Regel die schutzgutbezogene Ermittlung der Verfügbarkeit der Schadstoffe, um den Gefahrenverdacht zu bestätigen oder auszuräumen. Auch dieser Schritt kann flächenunabhängig durchgeführt werden, sofern aufgrund kategorisierbarer Belastungsursachen Zusammenhänge zwischen Belastung und Verfügbarkeit erkennbar sind.

Eine darüber hinaus mögliche Berücksichtigung der Expositionsbedingungen ist flächenübergreifend durch eine Kategorisierung von Subnutzungen möglich, die innerhalb einer Nutzungsart (z.B. Parkanlage) verschiedene Nutzungsintensitäten differenziert (z.B. Kinderspielbereich, Rasen und Rabatten, Gehölze; vgl. Abb. 2).

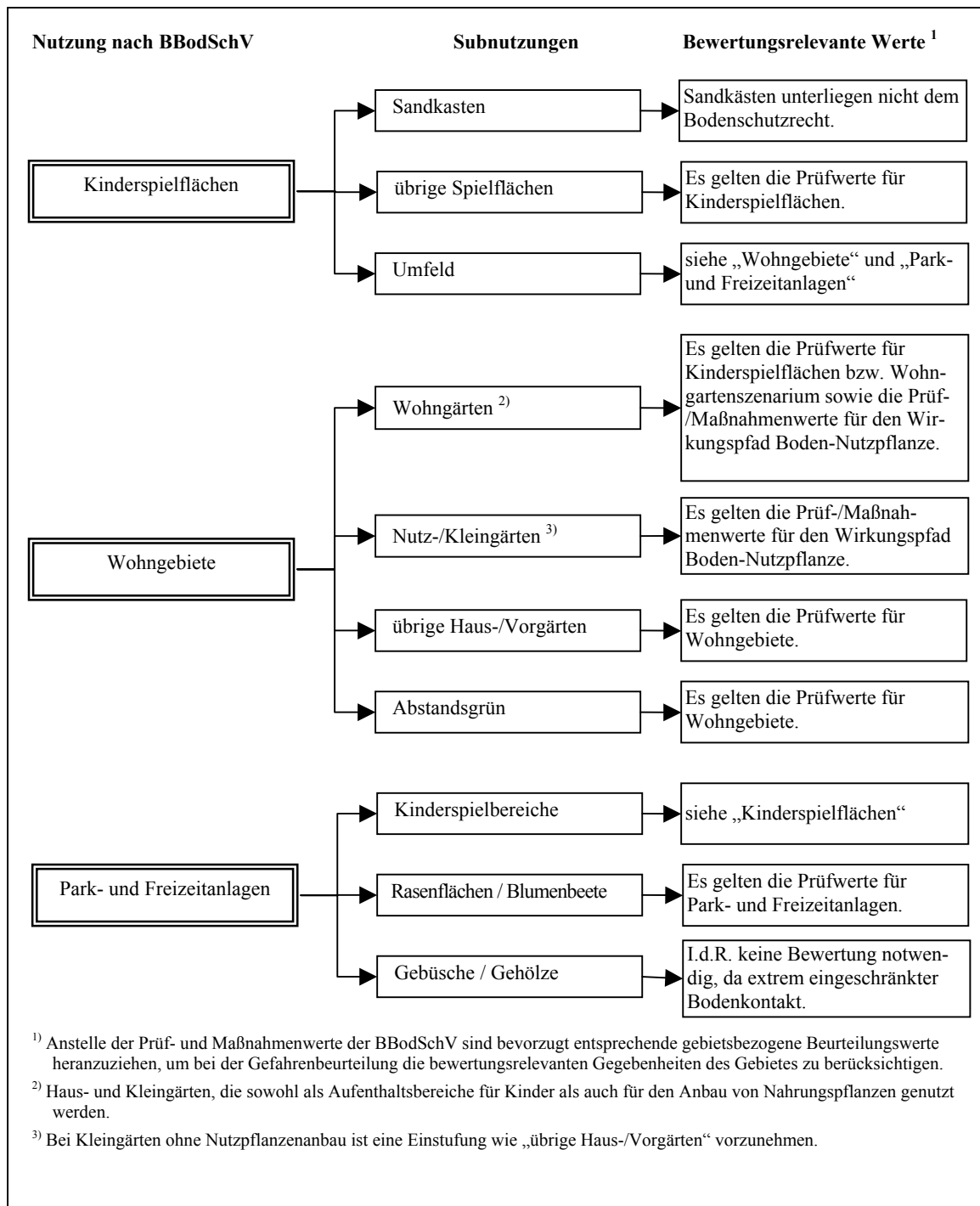


Abbildung 2: Schema zur Differenzierung der Nutzungen nach BBodSchV in Subnutzungen und Zuordnen von bewertungsrelevanten Prüf- und Maßnahmenwerten

Um den hier verfolgten Ansatz weiterer Sachverhaltsermittlungen umsetzen zu können, sind zwei Voraussetzungen unabdingbar:

- Aus der Schadstoffkarte müssen die Stoffgehalte der Böden nach den relevanten Nutzungen und den jeweilig zu betrachtenden Horizonten nach BBodSchV zu entnehmen sein. Es müssen nach Nutzung differenziert Gegenüberstellungen und Flächenermittlungen mit den Prüfwerten der BBodSchV sowie weiteren, frei

zu definierenden Beurteilungswerten möglich sein. Bereiche einheitlicher Belastungsursachen müssen zu entnehmen und mit den Stoffgehalten zu verschneiden sein (Orientierende Untersuchung). Die Expositionsbedingungen werden in Form unterschiedlicher Prüfwertniveaus berücksichtigt.

- Die Verfügbarkeit (resorptionsverfügbarer Anteil) der in den Bereichen großflächiger Bodenverunreinigungen relevanten Schadstoffe ist in allgemeingültiger Form zu erheben (übergreifende Detailuntersuchung) oder aus vorliegenden Untersuchungsergebnissen zu übernehmen. Die so gewonnenen Daten sind einer statistischen Auswertung zu unterziehen. Diese liefert letztlich schadstoff- und nutzungsabhängige gebietsbezogene Beurteilungswerte, die der weitergehenden Bewertung dienen. Dabei wird unter Beachtung vorgegebener Aussagesicherheiten in unterschiedliche Fallgestaltungen differenziert, die im Anschluss spezifischer zu prüfen oder abschließend zu beurteilen sind.

6.2 Wirkungspfad Boden-Pflanze

Die Hinweise zur Detailuntersuchung des Wirkungspfades Boden-Mensch gelten sinngemäß auch für den Wirkungspfad Boden-Pflanze.

Jedoch ist bei den Prüf- und Maßnahmenwerten für den Wirkungspfad Boden-Pflanze keine Differenzierung in Subnutzungen möglich, wie das beim Wirkungspfad Boden-Mensch der Fall ist. Insofern sind die Bedingungen für den Schadstofftransfer Boden-Nutzpflanze mit Hilfe der wesentlichen Einflussfaktoren wie Schadstoffgehalt der Böden und deren Pflanzenverfügbarkeit abzuschätzen.

Auch sind Teilwirkungspfade nach Möglichkeit zu berücksichtigen, die je nach Expositionsbedingungen und Schadstoffeigenschaften eine unterschiedliche Relevanz entfalten können:

- Systemischer Pfad: Schadstoffaufnahme erfolgt über die Wurzeln
- Luftpfad: Flüchtige Schadstoffe gelangen in die bodennahe Luft und werden über die Pflanzenoberfläche bzw. über die Spaltöffnungen aufgenommen.
- Verschmutzungspfad: Verschmutzungen des Erntegutes durch Bodenanhang bestimmen den Schadstoffgehalt. Dieser Pfad hat besondere Relevanz bei Futtermitteln, da sie im Regelfall ungewaschen verwendet werden.

7. Gebietsbezogene Umsetzung der Anforderungen des § 12 Abs. 10 BBodSchV

Die orientierende Untersuchung kann ergeben, dass eine flächenhafte bodenbezogene Konfliktlage im betrachteten Untersuchungsgebiet existiert, die eine gebietsbezogene Umsetzung von Vollzugsaufgaben des Bodenschutzes sinnvoll macht. Die bodenbezogene Konfliktlage kann sowohl durch flächenhafte schädliche Bodenveränderungen als auch durch

fliktlage kann sowohl durch flächenhafte schädliche Bodenveränderungen als auch durch flächenhafte Überschreitungen der Vorsorgewerte geprägt sein. In beiden Fällen sind die materiellen Anforderungen nach § 12 Abs. 10 BBodSchV an die Verlagerung von Bodenmaterial im abgegrenzten Belastungsgebiet zu erfüllen.

Die gebietsbezogene Umsetzung der Anforderungen an die Umlagerung von Bodenmaterial kann in Abhängigkeit von der Belastungssituation auf zwei Wegen erfolgen:

- Beim Vorliegen flächenhafter schädlicher Bodenveränderungen können die Anforderungen an die Bodenumlagerung bevorzugt zusammen mit den sonstigen gebietsbezogenen Regelungen in Form von Rechtsverordnungen zu Bodenplanungsgebieten oder in Form entsprechender öffentlich-rechtlicher Verträge umgesetzt werden. Grundlage für die Umsetzung bildet in diesem Fall § 9 SächsABG. In einem ersten Schritt kann auch bei einer Gebietsausweisung nach § 9 SächsABG vorerst nur der Umgang mit belastetem Bodenmaterial geregelt werden. Weitere Regelungen können zeitlich versetzt folgen.
- Bei flächenhaften Überschreitungen der Vorsorgewerte sind die Anforderungen an die Bodenumlagerung eigenständig gebietsbezogen umzusetzen. Dazu bieten sich Allgemeinverfügungen auf der Grundlage des § 12 Abs. 10 BBodSchV an.

Um die Ausnahmeregelungen des § 12 Abs. 10 BBodSchV in Anspruch nehmen zu können, sollte in jedem Fall eine Gebietsausweisung in Form eines Bodenplanungsgebietes oder einer Allgemeinverfügung geprüft werden. Zwar ist grundsätzlich die Inanspruchnahme der Ausnahmeregelung auch ohne behördliche Gebietsausweisung möglich, da Satz 2 des benannten Absatzes nur eine Kann-Bestimmung enthält. Jedoch wird in nicht ausgewiesenen Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten im Regelfall vom Pflichtigen die Vorlage repräsentativer Bodenuntersuchungsergebnisse nach § 12 Abs. 3 BBodSchV zu verlangen sein, wenn die zuständige Bodenschutzbehörde Abwägungsfehler vermeiden möchte.

Als wesentliche materielle Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Bodenmaterial auf oder in Böden zählen insbesondere:

- Verschlechterungsverbot: Die Schadstoffsituation sowie die Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 und Nr. 3 Buchstaben b + c BBodSchG dürfen durch das auf- bzw. eingebrachte Bodenmaterial nicht verschlechtert werden.
- Qualitätsanforderungen: Die Eigenschaften des Bodenmaterials müssen für die Ansprüche der Zielnutzung am Ort der Aufbringung geeignet sein. Es gilt der Grundsatz „Gleiches zu Gleichem“, von dem nur begründet abgewichen werden darf.

Die bodenschutzrechtlichen und -fachlichen Anforderungen sind entsprechend den Ausführungen der Vollzugshilfe zum § 12 BBodSchV (LABO 2002) zu beachten.

Bei Verlagerungen von Bodenmaterial innerhalb von ausgewiesenen Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten bzw. mit schädlichen Bodenveränderungen sind im Regelfall keine Untersuchungen im Sinne des § 12 Abs. 3 BBodSchV erforderlich, wenn nachstehende Vorgaben eingehalten werden.

- Die Abgrenzung des Gebietes erfolgt anhand von methodischen Anforderungen, wie sie im Leitfaden beschrieben sind. Dazu sind gebietstypische Schadstoffbelastungen der Böden nach Belastungshöhe und -art zu ermitteln; in der Regel ist die Schadstoffsituation mit Hilfe gebietsspezifischer Medianwerte und 90. Perzentilwerte zu beschreiben. Genügen die vorliegenden Bodendaten nicht den statistischen und geostatistischen Anforderungen, dann sind Nachbeprobungen vorzunehmen, um ein flächenrepräsentatives Messnetz zu garantieren.
- Im Falle eines vergleichsweise homogenen großflächigen Bodenbelastungsgebietes können gebietstypische Schadstoffbelastungen für das ganze Gebiet einheitlich definiert werden. Bei räumlich heterogener Belastungssituation sind Teilgebiete abzugrenzen und dafür die typischen Belastungsparameter anzugeben.
- Das Auf- und Einbringen von gebietstypisch belastetem Bodenmaterial auf oder in Böden innerhalb des ausgewiesenen Gebietes ist nur innerhalb der jeweiligen Teilgebiete selbst zulässig. Zulässig ist auch eine Verlagerung von Bodenmaterial aus geringer belasteten Teilgebieten in höher belastete Teilgebiete.
- Eine Zufuhr von belastetem Bodenmaterial von außerhalb des ausgewiesenen Gebietes ohne Untersuchungen nach § 12 Abs. 3 BBodSchV ist nicht zulässig, das heißt die Ausnahmeregelungen gelten in diesem Fall nicht. Von der Beschränkung können ggf. Bodenumlagerungen ausgenommen werden, die aus unmittelbar benachbarten, amtlich festgelegten Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten stammen, wobei das Verschlechterungsverbot einzuhalten ist.
- Flächen innerhalb des Gebietes mit erhöhten Schadstoffgehalten, die keine gebietstypischen Belastungen aufweisen, sind vom Geltungsbereich der gebietsbezogenen Regelungen auszunehmen. Sie sind in Kartenwerken zu kennzeichnen. Dazu gehören insbesondere
 - Flächen mit bekannten oder vermuteten spezifischen, das heißt nicht naturbedingten oder großflächig siedlungsbedingten Belastungen, mithin schädlichen Bodenveränderungen oder Altlasten sowie Verdachtsflächen oder altlastverdächtige Flächen,
 - Flächen ohne erhöhte Schadstoffgehalte oder
 - Flächen gemäß § 12 Abs. 8 BBodSchV.
- Die Umlagerung von Bodenmaterial mit Prüfwertüberschreitungen sollte generell für sensible Nutzungen wie Kinderspielflächen, Wohngebiete und Acker- oder

Grünlandflächen ausgeschlossen werden. Weitere differenzierende Kriterien zur Einstufung der Verwertungseignung wie Nutzung am Herkunftsort, Tief lagen etc. sind entsprechend den Bedingungen des Gebietes auszuwählen. Auf dieser Grundlage können zusätzliche Einschränkungen der erleichterten Umlagerung formuliert werden.

- Weiterhin ist in den gebietsbezogenen Regelungen die Umlagerung von Bodenmaterial generell für die folgenden Fälle auszuschließen:
 - Bodenmaterial, bei dessen Aushub sich Anhaltspunkte auf stoffliche Bodenbelastungen ergeben, die über die gebietstypischen Belastungen hinausgehen.
 - Bodenmaterial mit Beimengungen wie insbesondere Bauschutt, Aschen oder organische Fremdstoffe.

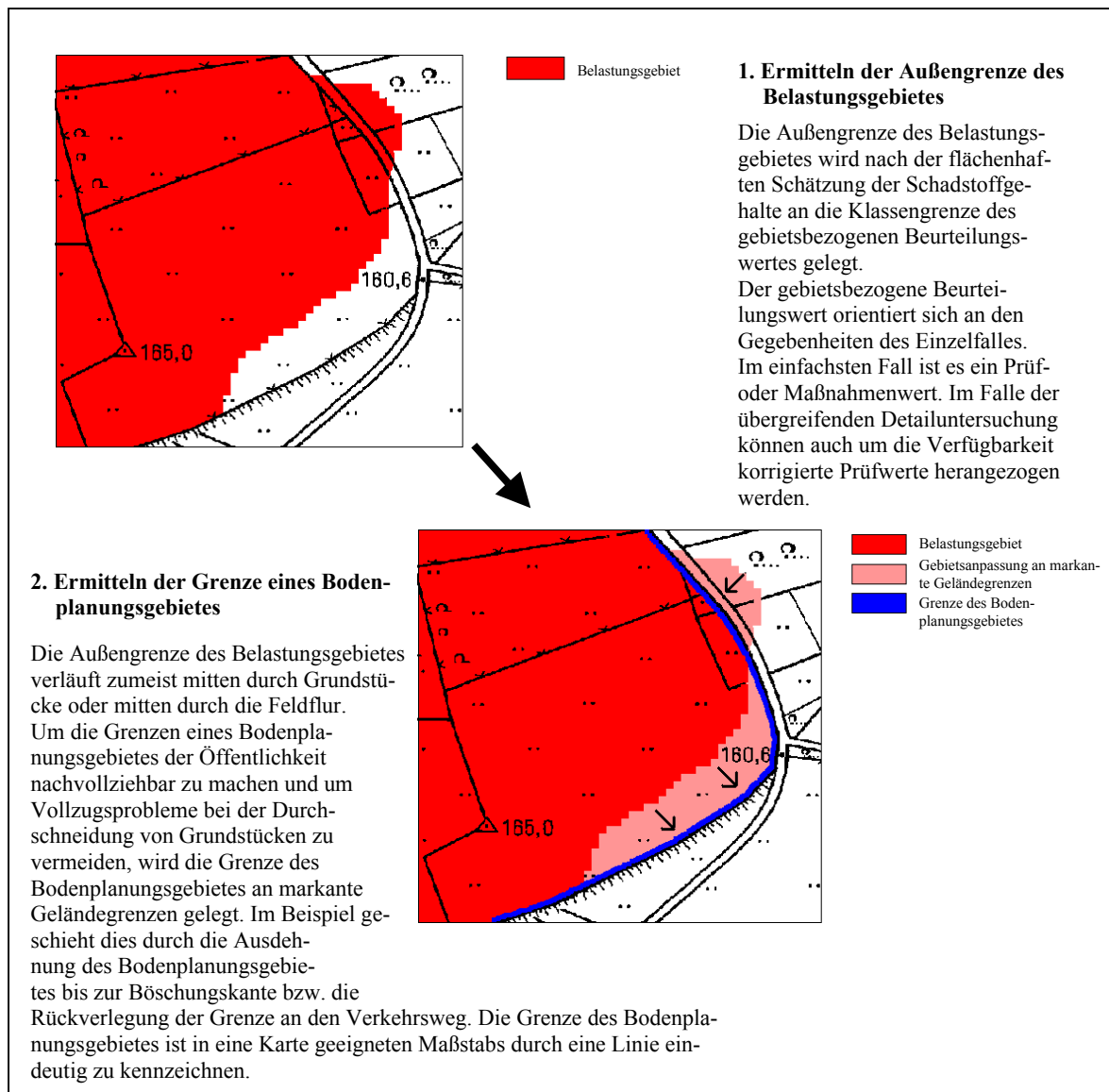
Durch die explizite Benennung dieser beiden Beschränkungen wird die Eigenverantwortlichkeit des Pflichtigen betont. So hat der Pflichtige auch bei einer gebietsbezogener Regelung der Ausnahmen von den Untersuchungspflichten und einer im Generellen gerechtfertigten Genehmigung der Bodenumlagerung dafür Sorge zu tragen, dass das Verschlechterungsverbot eingehalten wird, wenn Anhaltspunkte eine Verschlechterung der Schadstoffsituation oder der relevanten Bodenfunktionen erwarten lassen.

8. Abschließende Gebietsabgrenzung

Nach Abschluss der gebietsbezogenen orientierenden Untersuchung und Detailuntersuchung sowie der Bestätigung, dass bodenbezogene Problemlagen in Form von

- flächenhaften Vorsorgewertüberschreitungen oder
- flächenhaften schädlichen Bodenveränderungen

vorliegen, soll die endgültige Abgrenzung des Gebietes nach außen erfolgen. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Detailuntersuchungen werden abschließende Schadstoffkarten erstellt, deren geostatistische Aussagesicherheit eine hinreichende Gefahrenbestätigung gewährleisten.



Anhand der abschließenden Schadstoffkarten und darauf aufbauender Auswertekarten werden die Grenzen des Gebietes festgelegt. Die Grenzziehungen müssen in der freien Landschaft leicht erkennbar sein. Dies macht den räumlichen Gültigkeitsbereich für gebietsbezogene Sanierungs- sowie Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen gegenüber den betroffenen Grundstückseigentümern oder den Inhabern der tatsächlichen Gewalt transparenter. Ferner wird der Vollzug und insbesondere die Kontrolle der gebietsbezogenen Maßnahmen durch die zuständige Bodenschutzbehörde erleichtert.

Ist also die Außengrenze des Gebietes mit flächenhaft erhöhten Schadstoffgehalten bzw. mit flächenhaften schädlichen Bodenveränderungen aufgrund der erstellten Schadstoffkarten bekannt, dann wird im zweiten Schritt die Grenze des Bodenplanungsgebietes an markante Geländegrenzen gelegt. Solchen Geländegrenzen können beispielsweise Wege / Straßen, Böschungen oder Nutzungsgrenzen sein. Es ist darauf zu achten, dass nur vergleichsweise „stabile“ Grenzen herangezogen werden. So eignen sich Grenzen zwischen Ackerschlägen

oder zwischen Acker- und Grünlandflächen nicht oder nur bedingt, da durch Bewirtschaftungsänderungen diese Grenzen schnell verloren gehen können.

Bei der Grenzziehung können im Interesse der eindeutigen Außengrenzen sowohl Ausdehnungen über die eigentliche Belastungsfläche hinaus als auch Rückverlegungen an markante Grenzen notwendig sein (Abb. 3).

In gleicher Weise ist auch eine Abgrenzung zwischen Teilgebieten vorzunehmen.

9. Auswahl des Adressaten

Das Bodenschutzrecht ermöglicht den Rückgriff auf einen oft großen Kreis von Pflichtigen bzw. Verantwortlichen. So können der Verhaltensstörer (der durch aktives Tun eine Ursache für die durch die Maßnahme zu ändernde Situation gesetzt hat) und der Zustandsstörer (der als Eigentümer oder als Inhaber der tatsächlichen Gewalt über eine Sache, insbesondere einem Grundstück, für die diesbezüglichen Auswirkungen oder anderen Situationen verantwortlich ist) verantwortlich für notwendige Bodenschutzmaßnahmen sein.

Die Auswahl der in Anspruch zu nehmenden Verantwortlichen durch die zuständige Bodenschutzbehörde ist eine Ermessensentscheidung. Im Grundsatz können alle potenziell Verantwortlichen gleichrangig herangezogen werden. Prinzipiell kann die Behörde jeden Verantwortlichen herausgreifen, wenn Ihre Entscheidung durch zulässige Ermessenserwägung gedeckt ist.

Besteht, wie meist, die Auswahl zwischen mehreren Verantwortlichen, so sind auch im Bodenschutzrecht prinzipiell die allgemeinen ermessensleitenden Grundsätze für die Entscheidung bei der Auswahl zwischen mehreren Verantwortlichen anzuwenden. Im Ergebnis ist jede Auswahl eines Adressaten unter mehreren Verantwortlichen zulässig, wenn sie im Rahmen des Ermessensspielraums liegt. In der Rechtsprechung und im juristischen Schrifttum wurden für die Ermessensauswahl insoweit unter anderem die folgenden Kriterien erarbeitet:

- Nähe des Verantwortlichen zur Gefahr
- Beherrschbarkeit der Gefahr durch den Verantwortlichen
- Verantwortlichkeit für die zeitlich letzte, unmittelbare Ursache
- Maß des Verursachungsbeitrags
- Beweisbarkeit des Verursachungsbeitrags
- Zumutbarkeit der geforderten Maßnahmen (auch im Vergleich zu anderen Verantwortlichen)
- finanzielle Leistungsfähigkeit des Verantwortlichen (da eine hohe Leistungsfähigkeit eher erwarten lässt, dass die Pflicht auch wirklich effektiv erfüllt wird)
- Effektivität der Gefahrenabwehr (z.B. hohes Prozessrisiko).

Gerade im Hinblick auf großflächige Bodenbelastungsgebiete ist eine Typisierung bei der Auswahl der Verantwortlichen zulässig. Es besteht ein Typisierungsspielraum, der es ermöglicht, auch Fälle und potenzielle Adressaten gleich zu behandeln, die zwar in Details unterschiedlich gelagert sind, sich aber insbesondere im Hinblick auf das angestrebte Regelungsziel im Wesentlichen gleichen.

So kann beispielsweise grundsätzlich der Grundstückseigentümer herangezogen werden, wenn die Belastung des Grundstücks als Situationsgebundenheit des Grundstücks angesehen werden kann. Dies könnte zum Beispiel bei bereits langjährig bestehenden Bodenbelastungen der Fall sein.

Andererseits kann auch grundsätzlich der Inhaber der tatsächlichen Gewalt als Adressat von Anordnungen ausgewählt werden, sofern die Gründe für die Ausweisung des Bodenplangebietes bzw. die Einbindung des Grundstücks eher in der konkreten Bewirtschaftung des Grundstücks liegen.

Für die Ermessensauswahl, wer die geeigneten, erforderlichen und angemessenen Maßnahmen umsetzen muss, sind insbesondere die Effektivität der Rechtsverwirklichung sowie die Nähe zur Gefahr entscheidend. Angesichts dieser leitenden Kriterien kann es bei der Auswahl des Verantwortlichen entscheidend sein, ob die durchzuführenden Bodenschutzmaßnahmen überwiegend auf die dauerhafte Verbesserung oder Wiederherstellung bestimmter Bodeneigenschaften oder auf die Handlungen auf Böden bzw. Nutzungen von Böden abzielen; mit anderen Worten, der Charakter der Maßnahme kann Hinweise auf den Adressaten geben. Als Hilfestellung können typisierend drei praxisrelevante Maßnahmengruppen unterschieden werden:

- Die dauerhafte Veränderung von Bodeneigenschaften wird lediglich durch vergleichsweise aufwändige Sanierungsmaßnahmen, z.B. Dekontaminationsmaßnahmen, Bodenaustausch oder Bodenüberdeckung, erreicht. Für die Verantwortlichkeit bei Sanierungsmaßnahmen gilt die ausführliche Spezialregelung des § 4 Abs. 3 bis 6 BBodSchG. Dies wird in den meisten Fällen zur Inanspruchnahme des Grundstückseigentümers führen, jedoch können auch andere Verantwortliche in Betracht kommen.
- Anders liegt der Fall insoweit, wenn die Bodenschutzmaßnahmen auf die Steuerung von Handlungen auf Böden oder die Nutzung von Böden abzielen. Derartige Maßnahmen, die im Bodenschutzrecht als Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen bezeichnet werden, richten sich oft an den Inhaber der tatsächlichen Gewalt, also denjenigen, der Böden nutzt bzw. bewirtschaftet (z.B. Landwirt, Gärtner), oder denjenigen, der eigenverantwortlich Handlungen auf Böden vornimmt. Auch Schutzmaßnahmen, die den Schadstoffübergang vom Boden zum Schutzgut vermindern sollen, beispielsweise die Anlage einer dauerhaften Vegetations-

decke sowie die Steuerung der Verfügbarkeit der Schadstoffe, werden sich häufig an den Inhaber der tatsächlichen Gewalt richten.

- Die über das Düngemittelrecht hinaus gehende Zugabe von Sorbentien wie Eisen- und Manganoxiden zur Steuerung der Verfügbarkeit von Schwermetallen fällt nach landwirtschaftlicher Rechtspraxis in der Regel nicht in die Bewirtschaftungsrechte des Pächters bzw. des Inhabers der tatsächlichen Gewalt. Dies ergibt sich etwa aus in vielen Musterpachtverträgen enthaltenen Regelungen zur Klärschlamm- oder Bioabfallausbringung, wonach letztere vom Grundstückseigentümer (Verpächter) dem Pächter genehmigt werden muss (vgl. hierzu OLG Köln, AgrarR 1991, 323 f.; OLG Celle, AgrarR 1997, 259-260). Vor diesem Hintergrund sind entsprechende Festlegungen in Verordnungen zu Bodenplanungsgebieten an den Grundstückseigentümer zu adressieren. Dies kann auch in der Form erfolgen, dass vom Inhaber der tatsächlichen Gewalt die Zugabe von Sorbentien und vom Eigentümer die Duldung dieser Maßnahme gefordert wird.

10. Gebietsbezogene Maßnahmen der Gefahrenabwehr

Die notwendigen gebietsbezogenen Maßnahmen können nicht von der zuständigen Bodenschutzbehörde allein abgeleitet und durchgesetzt werden. Dazu bedarf es einer intensiven Abstimmung mit anderen betroffenen Behörden insbesondere aus den Bereichen Gesundheits- bzw. Verbraucherschutz, Gewässerschutz, Land- und Forstwirtschaft, Abfallwirtschaft und Bauleitplanung.

Auch ist die Öffentlichkeit frühzeitig über Tageszeitungen, Rundbriefe, Internetseiten oder Informationsveranstaltungen in den Entscheidungsprozess für eine gebietsbezogene Vorgehensweise einzubeziehen. Nur so lassen sich eine breite Akzeptanz und eine zuverlässige Umsetzung der gebietsbezogenen Maßnahmen sicherstellen.

Beim Vorliegen von schädlichen Bodenveränderungen und der Feststellung einer Gefahrensituation sind in einem angemessenen Zeitrahmen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu ergreifen, wobei entweder Sanierungsmaßnahmen oder aber Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen in Frage kommen. Im Grundsatz beinhaltet § 4 Abs. 3 BBodSchG die Verpflichtung, dass die Gefahrenabwehr in erster Linie mit Hilfe von Sanierungsmaßnahmen zu bewerkstelligen ist. Erst wenn Sanierungsmaßnahmen nicht möglich oder aber unzumutbar sind, können stattdessen Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen ergriffen werden.

Im Falle des gebietsbezogenen Bodenschutzes stellt sich die Frage, ob Sanierungsmaßnahmen entsprechend dem rechtlichen Anspruch nach § 4 Abs. 3 BBodSchG großflächig durchgeführt werden können. In der Regel werden aufgrund der deutlich höheren Kosten und des deutlich höheren technischen Aufwands Sanierungsmaßnahmen bei flächenhaften schädlichen Bodenveränderungen nicht verhältnismäßig sein. Stattdessen wird der Schwer-

punkt möglicher Maßnahmen sicher im Bereich der Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen liegen.

Zur Umsetzung der notwendigen Bodenschutzmaßnahmen sollte den Pflichtigen eine angemessene Frist eingeräumt werden. Im Falle von Dekontaminationsmaßnahmen sollte den Pflichtigen ein Zeitraum von 2 bis 3 Jahren zur Umsetzung eingeräumt werden. Dies erscheint gerechtfertigt, weil im Regelfall keine akuten sondern chronische Gefahren von flächenhaften schädlichen Bodenveränderungen ausgehen, die keine unmittelbare Umsetzung zwingend erforderlich machen.

Im Falle von Sicherungsmaßnahmen oder Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen, die zur Abwehr von Gefahren über den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze angeordnet werden, wird es in der Regel angemessen sein, die Umsetzung für die Vegetationsperiode vorzuschreiben, die dem Zeitpunkt des In-Kraft-Tretens der Anordnung unmittelbar folgt.

Detaillierte Beschreibungen möglicher gebietsbezogener Maßnahmen sind dem Leitfaden zu entnehmen (vgl. auch FELDWISCH et al. 2003, LFL 2003).

11. Gebietsausweisung

Auf der Grundlage der gebietsbezogenen Untersuchungs- und Bewertungsschritte können Gebiete mit flächenhaften bodenbezogenen Konfliktlagen ausgewiesen werden.

Die Ausweisung kann auf zwei Wegen erfolgen:

- Im Falle von Gebieten mit flächenhaften Überschreitungen der Vorsorgewerte können die Vollzugsaufgaben des Bodenschutzes mit Hilfe einer Allgemeinverfügung gebietsbezogen umgesetzt werden. Rechtsgrundlage für diese Vorgehensweise ist § 12 Abs. 10 BBodSchV. Regelungsgegenstand ist der Umgang mit belastetem Bodenmaterial.
- Im Falle von Gebieten mit flächenhaften schädlichen Bodenveränderungen können Bodenplanungsgebiete mit Hilfe von Rechtsverordnungen ausgewiesen werden. In der Rechtsverordnung sind die gebietsbezogenen Bodenschutzmaßnahmen festzusetzen. Rechtsgrundlage für die Ausweisung von Bodenplanungsgebieten ist § 9 SächsABG. Als Regelungsgegenstände kommen sowohl Maßnahmen der Gefahrenabwehr als auch der Umgang mit belastetem Bodenmaterial in Frage.

In den gebietsbezogenen Regelungen sollten neben den Ge- und Verboten u.a. auch Ausnahmetatbestände aufgeführt werden:

- Erbringen der Grundstückseigentümer oder der Inhaber der tatsächlichen Gewalt im Einzelfall gegenüber der zuständigen Bodenschutzbehörde den Nachweis, dass auf dem konkreten Grundstück keine schädlichen Bodenveränderungen vorliegen, dann entfällt für diese Personen die Pflichtigkeit.

- Des Weiteren gelten die Regelungen nicht, wenn im Einzelfall gegenüber der zuständigen Bodenschutzbehörde der Nachweis erbracht wird, dass auf dem konkreten Grundstück durch eine bereits sachgerecht durchgeführte Sanierung keine schädliche Bodenveränderung mehr vorliegt.
- Die Regelungen finden auch keine Anwendung, wenn die zuständige Bodenschutzbehörde aufgrund punktueller oder auf einzelne Grundstücke beschränkter schädlicher Bodenveränderungen einzelfallbezogene Maßnahmen zur Gefahrenabwehr verlangt.

Für die Untersuchungspflichten sollte in den gebietsbezogenen Regelungen insbesondere Folgendes aufgenommen werden:

- Im ausgewiesenen Gebiet sind weitergehende Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung nach § 9 Abs. 2 BBodSchG durch den Pflichtigen in der Regel nicht erforderlich.
- Ferner sind bei der Verlagerung von Bodenmaterial innerhalb des ausgewiesenen Gebietes in der Regel keine Untersuchungen im Sinne des § 12 Abs. 3 BBodSchV erforderlich, wenn die Anforderungen des Kapitels 7 eingehalten werden.

Fristen zur Umsetzung der Bodenschutzmaßnahmen sollten in Abhängigkeit vom Maßnahmencharakter festgelegt werden. Bei angeordneten Dekontaminationsmaßnahmen sollten bei bestehenden Nutzungen Fristen zwischen 2 und 3 Jahren eingeräumt werden. Dieser zeitliche Spielraum erscheint gerechtfertigt, da in großflächigen Belastungsgebieten zumeist keine akuten Gefahren, sondern Gefahren aufgrund chronischer Einwirkungen abzuwehren sind.

Im Falle von Nutzungswechseln sollten notwendige Sanierungsmaßnahmen jedoch vor der Innutzungsnahme eingefordert werden.

Bei Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen sowie bei Sicherungsmaßnahmen sollte im Regelfall eine Umsetzung innerhalb der Vegetationsperiode gefordert werden, die dem Inkraft-Treten der gebietsbezogenen Regelung unmittelbar folgt. Diese zeitliche Befristung erscheint gerechtfertigt, weil Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen sowie Sicherungsmaßnahmen in den meisten Fällen vergleichsweise leicht und ohne große technische Vorarbeiten umgesetzt werden können.

Die gebietsbezogenen Regelungen sollten auch Ordnungswidrigkeiten definieren und die Höhe des Bußgeldes für verschiedene Tatbestände festlegen.

In Anlehnung an die Erfahrungen des Wasser- und Naturschutzes bei Schutzgebietsausweisungen sind weitere Inhalte bei der Ausweisung von Gebieten des Bodenschutzes in die gebietsbezogenen Regelungen aufzunehmen.

Literatur

- FELDWISCH, N., HENDRISCHKE, O., SCHMEHL, A. (2003): Gebietsbezogener Bodenschutz. Bodenschutzgebiete, Bodenplanungsgebiete und Bodenbelastungsgebiete im Gefüge des Umwelt- und Planungsrechtes – rechtliche und bodenschutzfachliche Grundlagen. Bodenschutz & Altlasten, Band 13. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- LABO (2002): Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV – Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung). LABO in Zusammenarbeit mit LAB, LAGA und LAWA. Stand 11.09.2002.
- LfL – Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2003): Hinweise und Empfehlungen zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Dresden.
- RANK, G., KARDEL, K., PÄLCHEN, W. (1998): Zur Belastung sächsischer Böden mit anorganischen und organischen Stoffen – Verteilung, Intensität, Ursachen. Z. geol. Wiss. **26** (1/2), S. 61-78
- UMEG (2002): Anleitung zur Kennzeichnung von Gebieten mit großflächig siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten in Böden (GSE-Anleitung). UBA-Vorhaben. Auszug aus dem Forschungsbericht 200 71 238 „Kennzeichnung von Gebieten mit großflächig siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten in Böden. Veröffentlicht im Internet unter http://www.umweltbundesamt.de/fws/themen/fue/gse/gse_anleitung.pdf

Sanierung von durch Bergbau devastierten Flächen

Manfred Speer
WISMUT GmbH

Die 1945/46 im Erzgebirge (Johanngeorgenstadt, Schneeberg, Oberschlema) begonnenen Such- und Erkundungsarbeiten in teilweise noch vom Silberbergbau erhaltenen Grubenbauen brachten bald neue Erkenntnisse über uranführende Gänge.

Auf der Grundlage verschiedener Befehle der sowjetischen Militäradministration entwickelte sich der Uranerzbergbau im Westerzgebirge rasant. Bereits 1948 stieg die Zahl der Beschäftigten auf über 100.000 an.

Der Uranerzbergbau wurde unter großer Flächeninanspruchnahme und mit rigorosen Eingriffen in die Ökologie vorangetrieben. Auch das Radiumbad Oberschlema fiel dieser Entwicklung zum Opfer.

Aus der Lagerstätte des ehemaligen Bergbaubetriebes Aue kam bis 1990 ca. ein Drittel der gesamten Uranproduktion der WISMUT.

Mit der Einstellung des Uranabbaus 1990 wurden die planmäßigen Sanierungsarbeiten inklusive Entsorgung und Flutung der Gruben begonnen. Im übertägigen Bereich waren Hinterlassenschaften von **48 Halden** mit einer Aufstandsfläche von **343 ha** und einem Volumen von **48 Mio. m³** zu verzeichnen.

Auf der Grundlage eines Haldensanierungskonzeptes, umfangreicher Studien und Untersuchungen wurde für 23 Halden Sanierungsnotwendigkeit nachgewiesen.

Unter Beachtung der besonderen Lage der Halden in unmittelbarer Ortsnähe bzw. direkt innerhalb von Schlema (Halden 250, 13 b, 38 u. a.) und der Verringerung der Rest-Umweltbelastung auf ein gesellschaftlich verträgliches Maß ergeben sich folgende Sanierungsziele für die Haldensanierung.

Sanierungsziele:

- Verringerung der Radonexhalation
- Verhinderung der Ingestion (Nahrungsaufnahme) sowie der Erosion von radiologisch kontaminiertem Material
- Reduzierung der Niederschlagsinfiltration
- Sicherung der Kulturfähigkeit
- geotechnische Standsicherheit und Langzeitstabilität sowie Einfügung in das Landschaftsbild

Auf der Basis einer Istzustandsanalyse und Umweltbewertung am Einzelobjekt Halde ist der Grad der Umweltauswirkungen festzustellen und die Notwendigkeit und Reihenfolge der Sanierung abzuleiten (z. B. erforderliche Profilierung, Abdeckung, In-situ-Sanierung oder Abtransport).

Nach hinreichenden Optimierungsbetrachtungen, die sowohl die radiologischen, technisch-technologischen als auch wirtschaftlichen Aspekte beinhalten, kommt die Genehmigungsplanung bei den Behörden (LfUG, Bergamt) zur Einreichung.

Nach Vorliegen aller Genehmigungen bzw. Zulassungen (inklusive Ausführungsplanung) kann mit der eigentlichen Sanierungsdurchführung begonnen werden.

Sanierungsdurchführung am Beispiel der Halde 366

Die Halde 366 mit einer insgesamt zu sanierenden Fläche von ca. **43 ha** und einem Volumen von ca. **7,5 Mill. m³** Bergemasse gehört zu den größten übertägigen Hinterlassenschaften aus der Uranerzproduktion der Lagerstätte Schlema-Alberoda.

Nach umfangreicher Sanierungsvorbereitung, der Einbeziehung verschiedenster wissenschaftlicher Einrichtungen, der Träger öffentlicher Belange und nicht zuletzt der Anliegergemeinden, entschied sich die WISMUT GmbH für eine In-situ-Sanierung.

Wohlwissend, dass ein solch gewaltiges Sanierungsvorhaben immer ein Kompromiss zwischen dem technisch Machbaren, dem wirtschaftlich Vertretbaren und dem ökologisch Notwendigen und Sinnvollen ist, wird mit dieser Revitalisierung eine Landschaft, die sich regional und infrastrukturell an die Umgebung anpasst, geschaffen.

So wurde bereits 1997 begonnen, den über weite Gebiete sichtbaren Kegel der Halde 366 mit einer Höhe von ca. 485 m NN um 25 m abzutragen.

Ein wesentliches Sanierungsziel bestand darin, die vorhandenen übersteilen Böschungen (Neigungen bis 1 : 1,2) auf eine durchschnittliche Böschungsneigung von 1 : 2,5 (etwa 22°) abzuflachen. Damit wird die Langzeitstandsicherheit der Haldenkubatur erreicht und die Voraussetzung für die Haldenabdeckung mit Boden geschaffen.

Die Realisierung dieser Maßnahmen erfolgte mit speziell auf die Anforderungen abgestimmten Gerätekonfigurationen wie Kettenbagger bis 45 t Einsatzgewicht, Spezialraupen mit GPS-Leitsystem, Verdichtungsgeräte und LKW mit 15 m³ Ladevolumen. Mit Beginn der Sanierung wurden seit 1997 ca. 3.400.000 m³ Halde abgetragen, transportiert und bei ständiger vermessungstechnischer Begleitung projektmäßig wieder eingebaut.

Mit zwei Ladeeinheiten (Kettenbagger Akermann und Radlader Volvo 170) wurden bei optimalen Abtrags- und Einbaubedingungen täglich ca. 5.000 m³ Haldenmaterial umgesetzt.

Der Einbau des Materials erfolgte in Schüttlagenstärken von 0,5 m und wird durch den Einsatz dynamischer Verdichtungsgeräte (z. B. Walzenzug Typ „Dyapac“) auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 95\%$ verdichtet.

Im Rahmen eines Qualitätssicherungsprogrammes werden diese technischen Einbauparameter ständig intern und zusätzlich durch ein externes Ingenieurbüro überwacht und die Ergebnisse dokumentiert.

Ab 1999 wurde parallel zu den noch laufenden Profilierungsarbeiten mit der Abdeckung der Halde begonnen.

Die Abdeckung erfolgt nach einem Regelschichtaufbau von einem Meter Gesamtmächtigkeit (0,8 m Mineralboden und 0,2 m Oberboden).

Es kommen Mineralböden aus Kiesgruben des Raumes Zwickau sowie einer Grube bei Chemnitz (Neukirchen) zum Einsatz. Die einzuhaltenden bodenmechanischen und chemischen Parameter der Böden werden gemäß Qualitätssicherungsprogramm ständig intern und extern überprüft und dokumentiert.

Einbaumengen bis zu 2000 t/d auf einer Halde erfordern eine straffe logistische Organisation und Disziplin beim Einbau vor Ort. Gegenwärtig werden täglich bis zu 5000 t Mineralboden angeliefert und eingebaut (ca. 280 LKW Ladungen).

Das Herstellen des Regelschichtaufbaus von einem Meter erfolgt nach folgender Technologie

- 1) Mineralbodenauftrag 2 Lagen a 45 cm (= 90 cm)
- 2) Auflage von 10 cm ORS (Organisches Rekultivierungssubstrat)
- 3) Einarbeiten des ORS in die obersten 10 cm Mineralboden (Einfräsen = 20 cm Oberbodengemisch ORS und Mineralboden)

Das Auftragen und Einarbeiten des ORS erfolgt mittels Spezialraupenschlepper Typ Pistenbully. Mit einem speziellen Saatgerät wird gleichzeitig beim Einarbeiten das Saatgut (Rasen RSM) eingebracht. Damit erfolgt die Erstbegrünung zur Sicherung der Erosionsstabilität.

Zulassung von Bodensachverständigen und Untersuchungsstellen nach § 18 BBodSchG (Stand in Sachsen)

Dr. Peter Baumann
Industrie- und Handelskammer Dresden

1. Aufgaben für Sachverständige nach BBodSchG

Das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) sieht an mehreren Stellen die Einbeziehung von Sachverständigen vor. So kann die zuständige Behörde bei hinreichendem Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder einer Altlast die notwendigen Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung durch Sachverständige verlangen (§ 9 Abs. 2). Ebenso kann die zuständige Behörde verlangen, dass Sanierungsuntersuchungen sowie Sanierungspläne durch Sachverständige erstellt werden (§ 13 Abs. 2). Des Weiteren kann auch die Behörde selbst Sanierungspläne von Sachverständigen erstellen oder ergänzen lassen (§ 14) und sie kann schließlich verlangen, dass Eigenkontrollmaßnahmen von Sachverständigen durchgeführt werden (§ 15 Abs. 2).

Darüber hinaus bleibt es den Ländern überlassen, weitere von den Sachverständigen wahrzunehmende Aufgaben zu regeln.

2. Anforderungen an Sachverständige nach BBodSchG

Die Anforderungen an solche Sachverständige sind im § 18 BBodSchG vage umschrieben. So müssen die Sachverständigen die für diese Aufgabe erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit besitzen sowie über die erforderliche gerätetechnische Ausstattung verfügen. Alles weitere wird der Regelungskompetenz der Länder überlassen. Diese wiederum haben sich lange Zeit schwer damit getan, die Anforderungsprofile für derartige Sachverständige zu formulieren und bundesweit abzustimmen und sie tun sich – mit Ausnahme von Bayern, Sachsen und Nordrhein-Westfalen, die inzwischen entsprechende Verordnungen erlassen haben – heute noch schwer, was die konkrete Ausgestaltung der Verfahren zur Überprüfung und Bekanntgabe der Sachverständigen in den einzelnen Bundesländern betrifft.

Immerhin ist es inzwischen gelungen, in einem „Merkblatt über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG“ sechs Teilgebiete für deren Tätigkeit abzugrenzen und hierfür jeweils die spezifischen fachlichen Anforderungen sowie (soweit erforderlich) die dafür erforderliche gerätetechnische Ausstattung festzuschreiben. Das Merkblatt wurde von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) erarbeitet und im Oktober 2000 von der Amtschefkonferenz der Umweltministerien bestätigt. Damit sind die wesentlichen Vor-

aussetzungen für die gegenseitige Anerkennung der Überprüfungen durch die jeweils zuständigen Landesbehörden geschaffen worden.

3. Regelungen und Zuständigkeiten im Freistaat Sachsen

Der Freistaat Sachsen hat mit der Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Sachverständige nach § 18 BBodSchG (SächsSachVO) vom 16. Dezember 2002 die Überprüfung und Bekanntgabe von Sachverständigen nach § 18 BBodSchG als hoheitliche Aufgabe auf die Industrie- und Handelskammern übertragen. Nicht unwesentlich für diese Entscheidung war, dass die Industrie- und Handelskammern schon seit längerem Sachverständige für Altlasten nach § 36 der Gewerbeordnung öffentlich bestellen und vereidigen und somit über reichlich Erfahrungen bei der Überprüfung der persönlichen und fachlichen Voraussetzungen der infrage kommenden Personen verfügen. Außerdem betreiben die sächsischen Industrie- und Handelskammern in diesem Zusammenhang seit 1996 sehr erfolgreich eines der zwei in Deutschland existierenden Fachgremien zur Überprüfung der fachlichen Qualifikation von Altlastensachverständigen.

Folgendes regelt die SächsSachVO im Einzelnen:

3.1 Zuständigkeit und Sachverständigeneigenschaft

Als Sachverständige nach §18 BBodSchG sind diejenigen Sachverständigen anzusehen, deren Sachkunde, Zuverlässigkeit und gerätetechnische Ausstattung (Sachverständigeneigenschaft) durch die jeweils zuständige Industrie- und Handelskammer festgestellt wurde. Zuständig ist immer diejenige Industrie- und Handelskammer, in deren Bezirk der Sachverständige seine Hauptniederlassung bzw. seinen Hauptwohnsitz hat. Für Sachverständige, die in Sachsen weder ihre Hauptniederlassung noch ihren Hauptwohnsitz haben, ist diejenige Industrie- und Handelskammer zuständig, bei der zuerst der Antrag gestellt wurde.

3.2 Sachgebiete

In Anlehnung an das oben näher bezeichnete LABO-Merkblatt kann die Sachverständigeneigenschaft nach § 18 BBodSchG für eines oder für mehrere der folgenden Sachgebiete festgestellt werden:

- Flächenhafte und standortbezogene Erfassung /Historische Erkundung,
- Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Gewässer,
- Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze,
- Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch,
- Sanierung,

- Gefahrenermittlung, -beurteilung und –abwehr von schädlichen Bodenveränderungen aufgrund von Bodenerosion durch Wasser.

3.3 Überprüfung durch ein Fachgremium

Zur Überprüfung der Sachkunde und der gerätetechnische Ausstattung bedient sich die zuständige Kammer eines Fachgremiums. Hierzu wurde das bereits im Zusammenhang mit der öffentlichen Bestellung von Altlastensachverständigen von den sächsischen Industrie- und Handelskammern berufene Fachgremium im vergangenen Jahr personell durch hoch qualifizierte und erfahrene Fachleute – auch von außerhalb Sachsens – erweitert, so dass für alle Teilgebiete (siehe Punkt 3.2.) entsprechende „Prüfer“ zur Verfügung stehen.

3.4 Fortbildungspflicht

Für Sachverständige nach § 18 BBodSchG besteht eine Fortbildungspflicht. Sie haben Sorge dafür zu tragen, dass sie stets die aktuell erforderliche Sachkunde besitzen. Dies wird regelmäßig anhand von Bescheinigungen über die Teilnahme an geeigneten Fortbildungsveranstaltungen nachzuweisen sein. Ebenso muss der Sachverständige bereits bei der Antragstellung nachweisen, dass er in den zurückliegenden drei Jahren erfolgreich an geeigneten Fortbildungsmaßnahmen teilgenommen hat.

3.5 Anerkennung der Überprüfung in anderen Bundesländern

Als Sachverständige nach § 18 BBodSchG werden in Sachsen auch solche Sachverständige angesehen, deren Sachverständigeneigenschaft in einem anderen Bundesland festgestellt wurde, soweit dafür vergleichbare materielle Anforderungen zugrunde gelegen haben.

3.6 Berücksichtigung der öffentlichen Bestellung nach § 36 GewO

Sind Sachverständige bereits nach § 36 der Gewerbeordnung öffentlich bestellt und vereidigt worden, so ist dies bei der Überprüfung der Anforderungen nach § 18 BBodSchG zu berücksichtigen.

3.7 Bescheid und Bekanntgabe

Sachverständige, deren Sachkunde, Zuverlässigkeit und gerätetechnischen Ausstattung (Sachverständigeneigenschaft) festgestellt wurde, erhalten hierüber einen Bescheid und sie werden als Sachverständige nach § 18 BBodSchG bekannt gegeben. Die Bekanntgabe erfolgt in den Zeitschriften der sächsischen Industrie- und Handelskammern. Darüber hinaus werden die Kammern ein gemeinsames Verzeichnis der Sachverständigen nach § 18 BBodSchG führen und Sachverständigenlisten an Interessenten herausgegeben.

4. Durchführung des Überprüfungsverfahrens und Ausblick

Inzwischen haben sich die sächsischen IHK'n im Einvernehmen mit dem SMUL eine Verfahrensordnung zur Feststellung und Bekanntgabe von Sachverständigen nach § 18 BBodSchG gegeben. Danach besteht das Überprüfungsverfahren für die Antragsteller im Wesentlichen aus folgenden drei Teilen:

- der Vorlage von Gutachten oder anderen schriftlichen Arbeitsproben, die der Sachverständige selbst erstellt hat,
- eine schriftliche Ausarbeitung und
- einem Fachgespräch.

Einige Anträge sind inzwischen bei den IHK'n eingegangen. Das erste Überprüfungsverfahren wird im Herbst 2003 stattfinden.

Verzeichnis der Gesetze und Verordnungen:

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz vom 27. Dezember 1993 (BGBl. I. S. 2378, 2396, 1994 I. S. 2439), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Juni 2002 (BGBl. I. S. 2191)
BBodSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I.S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 17 des Gesetzes vom 09. September 2001 (BGBl. I. S. 2331, 2334)
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I. S., 1554)
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 25. März 2002 (BGBl. I. S. 1193)
FStrG	Bundesfernstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. April 1994 (BGBl. I. S. 854), zuletzt geändert durch Artikel 50 des Gesetzes vom 27. April 2002 (BGBl. I. S. 1467, 1480)
KrW-/AbfG	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz) vom 27. September 1994 (BGBl. I. S. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 57 der Verordnung vom 29. Oktober 2001 (BGBl. I.S. 2785, 2797)
LEP	Landesentwicklungsplan Sachsen vom 06. September 1994
ROG	Raumordnungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. August 1997 (BGBl. I. S. 2081), zuletzt geändert durch Gesetz vom 15. Dezember 1997 (BGBl. I. S. 2902)
SächsABG	Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 1999 (SächsGVBl. S. 261), geändert durch Gesetz vom 28. Juni 2001 (SächsGVBl. S. 426, 428)
SächsNatSchG	Sächsisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Sächsisches Naturschutzgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. Oktober 1994 (SächsGVBl. S. 1601, 1995 S. 106), zuletzt geändert durch Artikel 1, § 1, Nr. 18 des Gesetzes vom 06. Juni 2002 (SächsGVBl. S. 168)
SächsWG	Sächsisches Wassergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Juli 1998 (SächsGVBl. S. 393), zuletzt geändert durch § 9 des Gesetzes vom 18. Juli 2001 (SächsGVBl. S. 453, 454)
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002 (BGBl. I. S., 3245)
	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) (2000): Vollzug der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung; Optimierung der Kompensationsverpflichtung – Entsiegelungserlass; Dresden
	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) (2001): Optimierung des Vollzugs der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung; Dresden