

Landesdirektion Chemnitz
Abteilung Umweltschutz
Referat Altlasten, Bodenschutz, Grundwasser
Chemnitz, 01.06.2011
Bearbeiter: Steffen Schürer, Kathrin Markus, Martin Linsenboll
Anlage: Fiktive Fallbeispiele zur praktischen Umsetzung der Rechtsverordnung

**Begründung/Erläuterungen zur
Verordnung der Landesdirektion Chemnitz
zur Festlegung des Bodenplanungsgebietes „Raum Freiberg“**

Zu Abschnitt 1 und 2: Allgemeine Vorschriften, Bodenplanungsgebiet

**§ 1
Zweck und Grundsätze der Verordnung**

1. Veranlassung

Art, Umfang und Verteilung der Schwermetall- und Arsengehalte in den Böden des Freiburger Raums stehen im ursächlichen Zusammenhang mit der polymetallischen Blei-Zink-Gangvererzung im Freiburger Bergbaurevier sowie anthropogenen Zusatzbelastungen durch die bergbaulichen und industriellen Tätigkeiten. Das Bergbaufeld umfasst ca. 1000 Erzgänge. Signifikant erhöhte Gehalte sind im Wesentlichen an die gangförmigen Mineralisationen und deren Dispersionsbereiche im Boden¹ gebunden. Entsprechend den Paragenesetypen der Gangerzformationen können im Boden hohe Gehalte insbesondere an umweltrelevanten Schwermetallen wie Blei (Pb), Cadmium (Cd), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und an Arsen (As) auftreten. Der in den Gesteinen gebundene Schwermetallgehalt ist in der Regel weniger umweltbedeutsam. Bedingt durch den seit 800 Jahren bis in die jüngste Vergangenheit umgehenden Bergbau und damit verbundener Hüttenindustrie und Metallurgie ist gerade in den Gebieten mit Schwermetall- und Arsenanreicherung geogenen Ursprungs im Boden eine anthropogene Zusatzbelastung durch Umlagerung und emissionsbedingten Eintrag zu verzeichnen. Darauf weist die häufige Anreicherung der Elemente im Oberboden hin.

Im Raum Freiberg ist davon auszugehen, dass in einem Gebiet von ca. 397 km² geogen und anthropogen bedingte Gehalte an As, Pb und Cd im Boden in Konzentrationsbereichen angetroffen werden können, welche die Bodenfunktionen erheblich beeinträchtigen und die Nutzbarkeit der Böden somit einschränken können. Art, Intensität und Ausmaß der schädlichen Bodenveränderungen müssen deshalb im Raum Freiberg bei der gegenwärtigen Bodennutzung, bei der Planung der zukünftigen Bodennutzung sowie bei der Verlagerung von Bodenmaterial entsprechend berücksichtigt werden. Um Schutzgüter, insbesondere den Menschen, vor einer von schädlichen Bodenveränderungen ausgehenden Gefährdung zu bewahren, sind Maßnahmen zur Unterbrechung der relevanten Wirkungspfade und Vorsorgemaßnahmen erforderlich.

Die Regelungen des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) [4] und der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) [5] sind in erster Linie auf die standortbezogene Gefahren-

¹ Verteilung im Boden durch horizontale und vertikale Verschleppung

Anlage

Fiktive Fallbeispiele zur praktischen Umsetzung der Rechtsverordnung

Fiktives Fallbeispiel 1:

Wirkungspfad Boden – Mensch / Boden – Pflanze – Mensch

Standort: St. Michaelis; südöstlich der Kirche

Nutzung: Mehrfamilienhaus im Wohngebiet mit Kinderspielfläche und Nutzgärten (fiktives Beispiel)

Kann die Nutzung einer der drei Nutzungsarten: Kinderspielflächen, Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen zugeordnet werden?

Ja: Wohngebiete; Auswahl der Karte 6.2.9 (wenn nein, dann wäre Einzelfallprüfung nötig)

In welcher Teilfläche liegt das Grundstück; welche Maßnahmen sind erforderlich?

Teilfläche 2 „gelb“; Handlungsoption: Prüfung, ob eine Bodenbedeckung durch eine geschlossene dichte Vegetation (wie bodendeckende Gehölze, dichte Grasnarbe) oder Bodenversiegelung vorliegt bzw. ob bereits Bodenauftrag oder Bodenaustausch erfolgte.

Ist dies der Fall: kein weiterer Handlungsbedarf.

Ist dies nicht der Fall, dann Prüfung von Subnutzungen.

Welche Subnutzungen sind zu unterscheiden und welche Maßnahmen sind zu ergreifen?

Folgende Subnutzungen könnten beispielsweise vorliegen und folgende Maßnahmen wären dann erforderlich:

- Hofffläche (z.B. mit sandgeschlammter Schotterdecke oder Pflasterung): – kein Handlungsbedarf
- Kinderspielfläche mit Sandkasten und Klettergerüst mit Rasen als Umgebung: Auswahl der Karte 6.1.9; Zuordnung zur Teilfläche 3 „ocker“ – Maßnahmen der Stufe 1 erforderlich – Herstellen einer dichten Grasnarbe außerhalb des Sandkastens
- Nutzgarten: Auswahl der Karte 6.6.1; Zuordnung zur Klasse 5, d.h. die Referenzwerte für Pb und/oder Cd sind überschritten – Berücksichtigung der Anbau- und Verzehrempfehlung für diese Schadstoffe erforderlich

Fiktives Fallbeispiel 2: Verlagerung von Bodenmaterial zum Zwecke der Verwertung

Nach erfolgtem Abriss eines Gebäudes soll die Baugrube mit Bodenmaterial verfüllt und der Standort als Park hergerichtet und genutzt werden.

Standort: Halsbrücke, Zentrum

In welcher Teilfläche befindet sich das Grundstück?

Teilfläche 3 „rot“

Welches Bodenmaterial aus dem Bodenplanungsgebiet ist geeignet?

- a) Baustelle Einkaufsmarkt Niederschöna (fiktiv), Unterboden und Oberboden (Mutterboden)
- b) Baustelle Erschließung Eigenheimsiedlung Muldenhütten (fiktiv), Unterboden und Oberboden (Mutterboden)

	a	b
Handelt es sich um Bodenmaterial im Sinne des § 2 Nummer 5?	ja/nein ¹	ja/nein
In welcher Teilfläche fällt das Bodenmaterial an?	TF 1 „gelb“	TF 4 „violett“
Ist die Verlagerung des Bodenmaterials zum Standort Halsbrücke ohne Untersuchung möglich?	ja	nein ²

¹ Trifft das nicht zu, ist eine Verwertung am o. g. Standort und der vorgesehenen Folgenutzung nicht möglich.

² Wenn es sich um Bodenmaterial im Sinne des § 2 Nummer 5 handelt, kann der analytische Nachweis im Einzelfall erbracht werden, dass das Bodenmaterial die Schadstoffkonzentration am Einbauort nicht verschlechtert.

Bestehen besondere Anforderungen an die oberste durchwurzelbare Bodenschicht?

Besondere Anforderungen bestehen bei folgenden Folgenutzungen: Kinderspielflächen, Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen, Industriegebiete, Landwirtschaft/Nutzgarten. Im vorliegenden Fall bestehen besondere Anforderungen wegen der Folgenutzung als Park- und Freizeitanlage. Die zulässigen Höchstwerte sind der Anlage 3 zur Verordnung zu entnehmen.

	a	b
Ist das Bodenmaterial für die oberste durchwurzelbare Bodenschicht analytisch zu untersuchen?	nein	ja

Im Fall a) sind keine Untersuchungen erforderlich, da das Bodenmaterial (Oberboden) für die oberste durchwurzelbare Bodenschicht aus der Teilfläche 1 kommt (die Hintergrundwerte sind niedriger als die Beurteilungswerte), vgl. § 13 Abs. 2.

Sollte Im Fall b) nach erfolgter Einzelfallprüfung nachgewiesen sein, dass das Verschlechterungsverbot eingehalten wird, ist für die oberste durchwurzelbare Bodenschicht der analytische Nachweis zu erbringen, dass die zulässigen Höchstwerte für Park- und Freizeitanlagen der Anlage 3 der Verordnung nicht überschritten werden.

bewertung und Ableitung von Sanierungsmaßnahmen bei punktförmigen Bodenbelastungen meist anthropogenen Ursprungs (Altablagerungen/Altstandorte) ausgerichtet. Bei strikter Umsetzung der o.g. gesetzlichen Regelungen muss bei Kenntnis über die großflächigen schädlichen Bodenveränderungen durch die zuständige untere Bodenschutzbehörde des Landkreises Mittelsachsen eine Vielzahl von Anordnungen zur Untersuchung bzw. zur Sanierung getroffen werden. Das ist durch die Behörde so kaum oder gar nicht leistbar. § 9 des Sächsischen Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetzes (SächsABG) [21] räumt die Möglichkeit ein, ein rechtmäßiges Verwaltungshandeln durch gebietsbezogene Regelungen abzusichern: „Die zuständige Behörde kann Bodenplanungsgebiete zum Schutz oder zur Sanierung des Bodens oder aus Gründen der Vorsorge für die menschliche Gesundheit oder zur Vorsorge gegen erhebliche Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes durch Rechtsverordnung für Gebiete festlegen, in denen flächenhaft schädliche Bodenveränderungen auftreten oder zu erwarten sind. In der Rechtsverordnung sind der räumliche Bereich festzulegen und die erforderlichen Verbote, Beschränkungen und Schutzmaßnahmen sowie weitere Regelungen über gebietsbezogene Maßnahmen zu bestimmen.“ Sachlich und örtlich zuständig für die Festlegung des Bodenplanungsgebietes „Raum Freiberg“ nach § 9 SächsABG ist gemäß § 2 Abs. 1 Ziff. 10 der Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Zuständigkeiten bei der Durchführung abfallrechtlicher und bodenschutzrechtlicher Vorschriften (ABoZuVO) [1] die Landesdirektion Chemnitz (LDC).

Mit Verordnung der LDC zur Festlegung des Bodenplanungsgebietes „Raum Freiberg“ sollen auf fachlich begründeter Basis allgemein verbindliche, gebietsbezogene Regelungen zur Unterbrechung der Wirkungspfade Boden - Mensch und Boden - Pflanze - Mensch sowie zur Verlagerung von Bodenmaterial getroffen werden. Dadurch soll der Vollzug des Bodenschutzrechtes vereinfacht werden und die Grundstückseigentümer bzw. Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück sollen durch die Befreiung von Untersuchungspflichten, welche sich aus den Regelungen der BBodSchV ergeben, Erleichterungen erfahren.

Folgende Effekte sollen außerdem erzielt werden:

- Rechtssicherheit für die untere Bodenschutzbehörde,
- Akzeptanz des Verwaltungshandelns in der Bevölkerung,
- Sicherheit im Hinblick auf die Bodennutzung,
- Wahrung des Gleichbehandlungsgrundsatzes,
- Ermöglichung selbstbestimmten, deregulierten Handelns vor behördlichem Tätigwerden,
- Ermöglichung fachlich vertretbarer und wirtschaftlich realisierbarer Lösungen bei der Verlagerung von Bodenmaterial im Zusammenhang mit Baumaßnahmen,
- Vermeidung von Nutzungskonflikten durch Berücksichtigung bei Planungen,
- Gewährleistung von Kontrolle und Überwachung,
- Grundlage für gebietsbezogenes Bodenmanagement.

2. Fachliche Grundlagen der Verordnung

Die in den letzten Jahren geschaffene Datenbasis und die gewonnenen Kenntnisse ermöglichen eine sachgerechte Betrachtung des mit den schädlichen Bodenveränderungen verbundenen Gefährdungspotentials. Im April 2003 erteilte das damalige Regierungspräsidium Chemnitz (RPC) den Auftrag an das Staatliche Umweltfachamt (StUFA) Chemnitz, die fachlichen Grundlagen für die Festlegung eines Bodenplanungsgebietes im „Raum Freiberg“ zu erarbeiten. Im Rahmen eines Werkvertrages wurde durch die Firma Beak Consultants GmbH in mehreren Teilschritten das Kartenwerk für die Festlegung eines Bodenplanungsgebietes im Raum Freiberg geschaffen und im Dezember 2005 vorgelegt.² Durch die ARCADIS CONSULT GmbH erfolgte eine Aktualisierung und Ergänzung des Kartenwerkes

² Das Kartenwerk umfasst Karten mit der Darstellung der Verteilung der Bodenbelastung mit Arsen, Blei und Cadmium, die äußere Abgrenzung des Bodenplanungsgebietes und die innere Differenzierung für die Verlagerung von Bodenmaterial sowie für Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Mensch.

zum Stand Mai 2009.³ Die Erarbeitung des Kartenwerkes wurde fachbehördlich durch das StUFA Chemnitz (ab 01.01.2005 als Umweltfachbereich integriert in das RPC, ab 01.08.2008 aufgegangen in der Abteilung Umweltschutz der LDC) in enger Abstimmung mit dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) (ab dem 01.08.2008 Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)) begleitet. Seit 2006 erfolgte zwischen RPC/LDC und Landkreis Freiberg/Mittelsachsen als unterer Abfall- und Bodenschutzbehörde ein enger Abstimmungsprozess. Das vorliegende gedruckte Kartenwerk sowie ein digitales GIS-Projekt mit Karten der äußeren Abgrenzung, Karten der Schadstoffverteilung und abgeleiteten Karten der inneren Differenzierung für gebietsbezogene Maßnahmen der Unterbrechung des Wirkungspfadens Boden - Mensch, für gebietsbezogene Maßnahmen der Unterbrechung des Wirkungspfadens Boden - Pflanze - Mensch und für die Umlagerung von Bodenmaterial bilden die fachliche Grundlage für die Rechtsverordnung.

Die dafür zu Grunde liegende Datenbasis wurde durch das LfULG zur Verfügung gestellt. Der Freistaat Sachsen hat die Böden im Landkreis Mittelsachsen (Raum Freiberg) intensiv erkundet, so dass nach einer statistischen Auswertung eine hinreichende Wahrscheinlichkeit besteht, dass in den jeweiligen Teilflächen entsprechende Gehalte an den Leitparametern As, Pb und Cd im Boden anzutreffen sind. Die Auswahl der Leitparameter erfolgte vor dem Hintergrund des Wissens über die Verteilung, Konzentration und Gefährlichkeit der Schadstoffe mit dem Ziel, ein für den Vollzug gebietsbezogener bodenschutzrechtlicher Regelungen handhabbares Kartenwerk zu schaffen. In die Auswertungen gingen folgende Analysen von Proben des Oberbodens aus dem Bodenmessnetz Sachsen ein:

- As KW⁴: 2352 Werte, RV: 140 Werte,
- Cd KW: 2641 Werte, AN: 1293 Werte, RV: 140 Werte
- Pb KW: 2711 Werte, AN: 1293 Werte, RV: 140 Werte.

Die Probendichte innerhalb des Gebietes nach § 9 SächsABG beträgt im Durchschnitt 3,4 Proben/km² und steigt im Zentralbereich besonders hoher Gehalte auf 35 Proben pro km². Die gebietsbezogene Detailuntersuchung erlaubt somit eine gebietsbezogene Beurteilung der Gefahrensituation. Als methodische Grundlage dafür wurde der Leitfaden des LfUG: Handlungsempfehlungen für die Umsetzung des Bodenschutzrechtes in Gebieten mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten, Dresden 04/2006 [19], herangezogen und insbesondere im Hinblick auf die stufenweise Bewertung der Gefahrensituation und die Ableitung von abgestuften Maßnahmen zur Unterbrechung der Wirkungspfade Boden - Mensch bzw. Boden - Pflanze - Mensch umgesetzt.

§ 2 Begriffsbestimmungen

Es werden 33 ausgewählte Begriffe erläutert, welche im Verordnungstext verwendet werden. Zum Teil sind diese bereits im BBodSchG bzw. in der BBodSchV, in den Technischen Regeln der LAGA [3] oder in den Handlungsempfehlungen des LfUG 2006 [19] definiert und von dort übernommen worden. Um Sachverhalte, die sich aus der Rechtsverordnung ergeben, eindeutig dar zu stellen, wurden diese Definitionen teilweise ergänzt. Es handelt sich aber auch um Begriffe, die eigens für diese Rechtsverordnung bestimmt wurden. Grundsätzlich dient die relativ ausführliche Begriffsbestimmung dem möglichst einfachen Erschließen der Regelungsinhalte durch die betroffenen Bürgerinnen und Bürger, ohne dafür Vorkenntnisse voraussetzen oder es erforderlich zu machen, Querverweisen auf die o.g. anderen Regelungen nachgehen zu müssen.

³ Die Aktualisierung des Kartenwerkes betrifft die innere Differenzierung für Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfadens Boden - Pflanze.

⁴ Untersuchungsverfahren:

KW = Königswasserextrakt

AN = Ammoniumnitratextrakt

RV = Resorptionsverfügbarkeit / Speichel-Magen-Darm-Modell (DIN 19738)

§ 3 Anwendungsbereich

Die Rechtsverordnung bezieht sich ausschließlich auf großflächige schädliche Bodenveränderungen durch Schwermetalle und As. Andere ggf. auftretende schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten sind nicht Gegenstand der Rechtsverordnung, sondern sind im Einzelfall zu betrachten und zu bearbeiten. Beispielhaft sind schädliche Bodenveränderungen durch Dioxine zu nennen. Diese entstanden über mehrere Jahrzehnte hinweg als unerwünschte Nebenprodukte metallurgischer Verbrennungen und wurden i.d.R. in Rauchgasen und Flugstäuben über den Luftpfad emittiert. Dadurch können besondere Belastungen von Böden im räumlichen Geltungsbereich dieser Rechtsverordnung sowie in Gewässersedimenten des Einzugsgebietes der Freiburger Mulde auftreten [7]. Im Einzelfall können für Dioxine in den Nahbereichen der Hüttenstandorte Muldenhütten, Freiberg und Halsbrücke sowie in Auenbereichen die Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV und im Bereich des Gewässerabschnitts der Freiburger Mulde zwischen Fluss-km 84,0 oh. Muldenhütten und Fluss-km 69,5 oh. Rothenfurth die gewässerbezogenen Qualitätskennwerte überschritten werden [19]. Erfolgt im Zusammenhang mit der Sanierung derartiger schädlicher Bodenveränderungen ein Bodenaustausch oder Bodenauftrag, sind die Regelungen nach Abschnitt 5 zu beachten, da diese das regional anzutreffende Schadstoffniveau für Schwermetalle und As berücksichtigen.

Hinsichtlich der Verlagerung von Bodenmaterial im Zuge von Baumaßnahmen ist besonders zu beachten, dass sich die Regelungen nach Abschnitt 5 ausschließlich auf Boden und Bodenmaterial im Sinne der Begriffsbestimmung gemäß § 2 Ziffer 4 und 5 der Verordnung beziehen. Z.B. gehören die in Siedlungsbereichen bei Tiefbauarbeiten häufig anzutreffende Gemische aus Boden und Bauschutt oder Boden und Schlacken sowie anderen Aufbereitungsrückständen der Montanindustrie nicht dazu. Die Entsorgung dieser Aushubmaterialien bedarf der Einzelfallentscheidung auf der Grundlage des geltenden Abfallrechtes.

§§ 4 und 5 Festlegung als Bodenplanungsgebiet, Räumlicher Bereich des Bodenplanungsgebietes

Für die Gebietsabgrenzung nach § 9 SächsABG (äußere Differenzierung) werden die Prüfwerte nach Anhang 2 Ziffer 1.4 BBodSchV i.V.m. § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 BBodSchG für die direkte Aufnahme von Schadstoffen auf Kinderspielflächen herangezogen, da im ungünstigen Fall bereits Gefahren vorliegen können:

- As = 25 mg/kg Trockenmasse
- Pb = 200 mg/kg TM
- Cd = 2 mg/kg TM⁵.

Die Ergebnisse der flächenbezogenen Beurteilungen der Schadstoffgehalte wurden im Geografischen Informationssystem für die drei Schadstoffe (As, Cd, Pb) mit den Werten 1 und 2 klassifiziert. Dabei bedeuten:

- 1 – Wert in der Fläche < Prüfwert
- 2 – Wert in der Fläche >= Prüfwert.

Das Zusammenführen der drei Teilergebnisse ist im eigentlichen Sinne eine Flächenvereinigung. Dabei erhalten alle Flächen den Wert 2, für die wenigstens eine Schadstoffklasse den Wert 2 hat. Die anderen Flächen erhalten den Wert 1. Dabei kommt man zur Differenzierung von zwei Flächen:

- „wenigstens ein Prüfwert wurde erreicht/überschritten“ - Bestandteil des Bodenplanungsgebietes,
- „kein Prüfwert wurde erreicht/überschritten“ - außerhalb des Bodenplanungsgebietes.

⁵ Siehe Anhang 2 BBodSchV Ziffer 1.4; für Cadmium gilt der Wert gem. Fußnote 1

Das Ergebnis dieser Zusammenführung wird im Maßstab 1:10.000 an markante topografische Elemente (z.B. Straßen, Gewässer) angepasst. Damit soll sowohl auf der Karte als auch im Gelände ein eindeutiges Erkennen und eine eindeutige Zuordnung sicher gestellt werden. Die dargestellte Methodik erfordert jedoch eine Mindestprobendichte, die mit größer werdender Entfernung von den Belastungszentren nicht immer gegeben ist. Da die Probendichte nach Süden und Osten deutlich nachlässt, wurde dort eine gemeindegrenzenbezogene Abgrenzung des Planungsgebietes und eine Abgrenzung durch die Landkreisgrenze festgelegt.

§ 6

Teilflächen innerhalb des Bodenplanungsgebietes

Zur inneren Differenzierung und Unterteilung des Gebietes erfolgt jeweils für die Regelungsbereiche

- Unterbrechung Wirkungspfad Boden - Mensch (oraler Direktpfad)
- Unterbrechung Wirkungspfad Boden - Pflanze - Mensch
- Verlagerung von Bodenmaterial

eine Untergliederung in Teilflächen. Damit unterscheiden sich Art und Zuschnitt der Teilflächen jeweils für die Regelungsbereiche entsprechend ihrer Ableitung⁶.

Um keine „Inseln“ zuzulassen, welche nur auf einen Wert einer Teilflächenklassifizierung zurück gehen, wurde eine Teilflächenklassifizierung erst bei mindesten zwei Werten gleicher Kategorie vorgenommen. Von dieser Regel wurde in einem Fall im Ortsteil Bräunsdorf der Gemeinde Oberschöna begründet abgewichen. So geht bei der Karte für den Wirkungspfad Boden – Mensch, Nutzungsart Kinderspielflächen die Zuordnung zur Teilfläche 4 „rot“ auf nur einen, aber sehr hohen, As-Wert zurück. Da der Probenahmepunkt im Siedlungsbereich liegt und die Probenahmedichte in diesem Bereich relativ gering ist, erschien es eher verantwortbar, dass sich aus der Flächenzuordnung Handlungsbedarf („rot“) bei dieser sensiblen Nutzung ableiten lässt, als dass es so erscheint als sei es erwiesen, dass keine Maßnahmen („grün“) nötig sind. Eine wünschenswerte Verdichtung des Messnetzes in diesem Bereich war aus verschiedenen Gründen für die gebietsbezogene Betrachtung nicht möglich und eine standortkonkrete Betrachtung ist nicht die Grundlage für die Rechtsverordnung.

Dem Prinzip bei der äußeren Abgrenzung folgend wurden die Teilflächen im Maßstab 1:10.000 an markante topografische Elemente angepasst.

Zu Abschnitt 3: Nutzungsorientierte Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Mensch

§ 7

Teilflächen

Teilflächendifferenzierungen für nutzungsorientierte Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden – Mensch (Direktpfad) werden ausschließlich für Flächen mit Nutzung als Kinderspielflächen, als Wohngebiete oder als Park- und Freizeitanlagen vorgenommen. Nur für diese Nutzungen wurde die gebietsbezogene Detailuntersuchung für den oralen Wirkungspfad (Aufnahme über den Mund) unter Berücksichtigung der Resorptionsverfügbarkeit durchgeführt. Da die Ableitung der Prüfwerte für Industrie- und Gewerbegrundstücke auf der Grundlage des inhalativen Wirkungspfades (Aufnahme über die Atemwege) erfolgte, kann diese Nutzung bei der gebietsbezogenen Betrachtung keine Anwendung finden. Gleiches gilt für Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für

⁶ Die Ableitung der für die Teilflächendifferenzierung herangezogenen Beurteilungswerte (Pfad Boden - Mensch), Prüf-, Grenz- und Empfehlungswerte (Pfad Boden - Pflanze) und Perzentilwerte (Verglagerung von Bodenmaterial) wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden. Hier geht der Prüfwert für Cd auf den Wirkungspfad Boden – Pflanze zurück. Die dafür zu verwendende Teilflächendifferenzierung erfolgt nach § 9 „Nutzungsorientierte Gliederung“ in den Karten für Ackernutzung, welche gleichermaßen für die Ableitung von Handlungsoptionen in Nutzgärten herangezogen werden können.

Die belasteten Auenbereiche (grau) bilden eine gesonderte homogene Raumeinheit (HRE). Die zur Verfügung stehenden Daten für spezifische gebietsbezogene Regelungen verfügen nicht über die notwendige statistische Sicherheit. Es ist somit immer die einzelfallbezogene Betrachtung auf der Grundlage des allgemeinen Bodenschutzrechtes erforderlich.

Die gebietsbezogene Detailuntersuchung für die Teilflächendifferenzierung basiert auf den folgenden fachlichen Ansätzen. Als maßgeblicher Wirkungspfad für die Schadstoffe As, Pb und Cd bei den o.g. Nutzungen hat sich die orale Aufnahme (Aufnahme über den Mund) herausgestellt. Dementsprechend wurden i.d.R. die Prüfwerte der BBodSchV für die o.g. Schadstoffe im Boden abgeleitet. Dabei gehen in die Berechnungsformel die gefahrenbezogene Körperdosis und die Bodenaufnahmerate ein [6]. Nicht berücksichtigt bei der Ableitung der Prüfwerte der BBodSchV (orale Aufnahme) ist die Resorptionsverfügbarkeit, d.h. der Anteil an den genannten Schadstoffen, welcher nach Durchlaufen des Verdauungstraktes maximal im Körper verbleiben und dort schädliche Wirkungen entfalten kann. Dieser Anteil ist dementsprechend maßgeblich für die Gefährdung der menschlichen Gesundheit. Deshalb wurde für den Raum Freiberg mit einem normierten Verfahren (In-vitro-Methoden der Simulation des Speichel-Magen-Darm-Traktes) die Resorptionsverfügbarkeit für die Schadstoffe As, Pb und Cd bestimmt [8]. Dieses bildet die Grundlage für die rechnerische Ableitung von regionalspezifischen Beurteilungswerten, welche maßgeblich für die Bewertung der Gefahrensituation vor Ort sind [10]. Dazu erfolgte eine differenzierte Betrachtung und statistische Auswertung in den HRE. Für die statistische Auswertung wurden 140 Analysendaten-sätze zur Resorptionsverfügbarkeit in fünf HRE:

- gering vererzungsbedingt und montan beeinflusster Bereich,
- Einflussbereich der Hütten,
- Auenbereiche,
- Zentralgebiet der Lagerstätte,
- Stadtgebiet Freiberg,

heran gezogen. Die Differenzierung wird mit der Annahme begründet, dass sich in den HRE durch Unterschiede in den chemischen Bindungsformen und unterschiedliche Konzentrationsniveaus der Schadstoffe auch die Resorptionsverfügbarkeiten unterscheiden müssten.

Die Ermittlung der Beurteilungswerte gründet sich auf die Handlungsempfehlungen [19] und [23]. Als mathematisches Ableitungsverfahren wurde die lineare Regressionsanalyse gewählt [16]. Das Beispiel in Abbildung 1. bezieht sich zwar auf den pflanzenverfügbaren Anteil, ist aber im übertragenen Sinn auch auf den resorptionsverfügbaren Anteil anwendbar. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

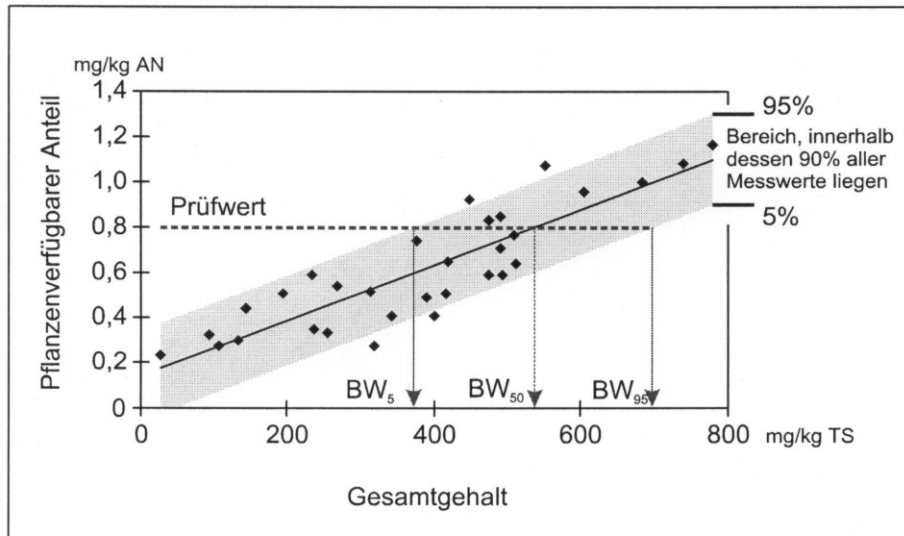
Ausgewertet wurden die dekadischen Logarithmen der Wertepaare

- As – As_MDM⁷
- Cd – Cd_MDM
- Pb – Pb_MDM.

Die Regressionsanalyse der Logarithmen der Wertepaare ergab durchgehend eine strenge lineare Abhängigkeit mit einem Korrelationskoeffizienten, der größer als 0,9 war. Der Vergleich der Regressionsgeraden aus den HRE-bezogenen Teilstichproben und die Auswertung der Ergebnisse [9] berechtigen im Weiteren zur Verwendung eines statistisch abgesicherten Wertes der Resorptionsverfügbarkeit für As, Pb und Cd im gesamten Bodenplanungsgebiet. Ausgenommen davon sind die Auenbereiche wegen einer deutlich höheren

⁷ Die Wertepaare ergeben sich aus dem Gehalt im Königswasseraufschluss und dem Gehalt im Aufschluss durch Simulation des chemischen Milieus des Speichel-Magen-Darm-Traktes, vgl. DIN 19738.

Resorptionsverfügbarkeit. Damit erübrigt sich für die Festlegung von Beurteilungswerten (BW) die Differenzierung in HRE.



Beispiel: Bei einem Prüfwert von 0,8 mg/kg AN lässt sich anhand der oberen Vertrauensgrenze (95%) ein Gesamtgehalt von ca. 380 mg/kg ermitteln, bei dem mit einer 95%igen Wahrscheinlichkeit der pflanzenverfügbare Anteil den Prüfwert unterschreitet. Weiterhin lässt sich mittels der unteren Vertrauensgrenze (5%) ein Gesamtgehalt von ca. 700 mg/kg ermitteln, bei dem mit einer 95%igen Wahrscheinlichkeit der pflanzenverfügbare Anteil den Prüfwert überschreitet. Zwischen diesen beiden Gehalten nimmt die Wahrscheinlichkeit einer Prüfwertüberschreitung stetig zu, im Schnittpunkt zwischen Prüfwert und Regressionsgeraden ist die Wahrscheinlichkeit einer Prüfwertunter- bzw. -überschreitung gleich (BW_{50}).

Abbildung 1: Illustration des Verfahrens zur Ermittlung der BW mittels Regressionsanalyse (aus [9])

Während für As und Cd zur Ableitung der BW der jeweilige nutzungsbezogene Prüfwert der BBodSchV direkt herangezogen werden konnte, ist das für Pb nicht der Fall. Dies begründet sich damit, dass für die Prüfwerte der BBodSchV für Pb nicht die nach [6] berechneten Werte Verwendung fanden, sondern epidemiologisch auf der Grundlage von Blutbleigehalten abgeleitete Werte. Deshalb ist eine unmittelbare Verknüpfung der Prüfwerte gem. BBodSchV für Pb mit der im Raum Freiberg ermittelten Resorptionsverfügbarkeit unzulässig. Aus diesem Grund wurden im Ergebnis eines Variantenvergleiches [9] die gemäß [6] berechneten Werte (für Kinderspielflächen - 70 mg/kg, für Wohngebiete - 145 mg/kg, für Park- und Freizeitanlagen - 360mg/kg) für die Ableitung der BW verwendet. Da der so ermittelte BW_{05} unterhalb des Prüfwertes (PW) der BBodSchV liegt, wird dieser nicht berücksichtigt. Nach Betrachtung des BW_{50} und BW_{95} ⁸ liegen diese Werte im Bereich des jeweiligen Prüfwertes bzw. doppelten Prüfwertes. Für die Gebietsdifferenzierung in Teilflächen unterschiedlicher Maßnahmeoptionen werden somit die folgenden Werte als Bewertungsgrundlage zu Grunde gelegt.

⁸ Das 95er Perzentil des Beurteilungswertes ist der Konzentrationswert, der von 95 % aller Messwerte unterschritten wird, bzw. 5 % der Messwerte erreichen oder überschreiten diesen Konzentrationswert. Für das 50er und 5er Perzentil ist die Erklärung analog.

Tabelle 1: Einfache und doppelte Prüfwerte für Pb (in mg/kg TS)

Nutzungsart	Prüfwert Pb	2xPrüfwert Pb
Kinderspielfläche (K)	200	400
Wohngebiet (W)	400	800
Park- und Freizeitanlage (P)	1.000	2.000

Tabelle 2: Beurteilungswerte für As und Cd (in mg/kg)

	PW	BW95	BW50	BW05
As_K	25	160	85	45
As_W	50	340	180	95
As_P	125	900	450	250
Cd_K	10	30	19	13
Cd_W	20	60	40	25
Cd_P	50	150	100	65

§ 8 Maßnahmen

Im Ergebnis der gebietsbezogenen Detailuntersuchung ergeben sich Teilflächen mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten der Überschreitung der Prüfwerte durch den resorptionsverfügbaren Anteil. Dementsprechend unterscheiden sich auch Art und Umfang der für die Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Mensch geeigneten Maßnahmen, vgl. Tab. 3.

Tabelle 3:
Teilflächen für Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden – Mensch

Teilfläche/Wertekategorie	Gefahrenverdacht	Maßnahmenstufe
Teilfläche 4 (rot) Auf der Fläche wird mit sehr großer Sicherheit (statistisch in mindestens 95 von 100 Fällen) tatsächlich eine Überschreitung der Beurteilungswerte von As und Cd bzw. des doppelten Prüfwertes für Pb auftreten; > = BW 95 As und/oder Cd und/oder doppelter PW Pb	bestätigt	Vorrangig nutzungsbezogene Maßnahmen Stufe 2 ⁹ zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Mensch erforderlich; Gegenbeweis i.d.R. nur über standortbezogene Detailuntersuchung nach § 9 Abs. 2 BBodSchG

⁹ Siehe Tabellen 4, 5 und 6

<p>Teilfläche 3 (ocker)</p> <p>Auf der Fläche wird mit großer Sicherheit (statistisch in 50 bis 94 von 100 Fällen) tatsächlich eine Überschreitung der Beurteilungswerte von As und Cd bzw. des doppelten Prüfwertes für Pb auftreten;</p> <p>> = BW 50 < BW 95 As und/oder Cd und/oder > = PW Pb < doppelter PW Pb</p>	hinreichend bestätigt	<p>Vorrangig nutzungsbezogene Maßnahmen Stufe 2 zur Unterbrechung des Wirkungspfad des Boden - Mensch geeignet oder Nachweis durch einfache Untersuchungen, dass nutzungsbezogene Maßnahmen der Stufe 1 eine hinreichende Gefahrenabwehr bewirken</p>
<p>Teilfläche 2 (gelb)</p> <p>Auf der Fläche wird mit großer Sicherheit (statistisch in 50 bis 94 von 100 Fällen) tatsächlich eine Unterschreitung der Beurteilungswerte von As und Cd bzw. des Prüfwertes für Pb auftreten;</p> <p>> = BW 5 < BW50 As und/oder Cd und/oder < PW Pb</p>	nicht vollständig ausgeräumt	<p>nutzungsbezogene Maßnahmen Stufe 1 zur Unterbrechung des Wirkungspfad des Boden - Mensch erforderlich oder Nachweis durch einfache Untersuchungen, dass keine Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfad des Boden - Mensch erforderlich sind</p>
<p>Teilfläche 1 (grün)</p> <p>Auf der Fläche wird mit sehr großer Sicherheit (statistisch in mindestens 95 von 100 Fällen) tatsächlich eine Unterschreitung der Beurteilungswerte von As und Cd bzw. des Prüfwertes für Pb auftreten;</p> <p>< BW 5 As und Cd und PW Pb</p>	ausgeräumt	<p>Keine Unterbrechung des Wirkungspfad des Boden - Mensch erforderlich</p>

In den Tabellen 4, 5 und 6 sind geeignete Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen und Sauerungsmaßnahmen bezogen auf die jeweilige Nutzung dargestellt.

Tabelle 4: Auswahl von geeigneten Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfad des Boden - Mensch bei Kinderspielflächen [18]

Maßnahmenebene	einfache Maßnahmen Stufe 1	weitere Maßnahmen Stufe 2
Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsanpassung • Maßnahmen Verbraucherschutz 	<p><u>Bodenbedeckung</u> durch dichte Vegetation (Rasen) als Übergangslösung</p> <p><u>Information</u> und Kommunikation</p>	<p><u>Nutzungsänderung</u> in eine weniger sensible Nutzung</p>
Sanierungsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Sicherungsmaßnahmen • Dekontaminationsmaßnahmen 	<p><u>Bodenbedeckung</u> durch geschlossene dichte, langlebige Vegetation (bodenbedeckende Gehölze)</p>	<p><u>Bodenversiegelung</u> durch fachgerechte Pflasterung oder Plattierung offener Bereiche</p> <p><u>Bodenüberdeckung</u> durch Auftrag von qualitätsgesichertem Bodenmaterial in hinreichender Mächtigkeit (i.d.R. 35 cm) und Einbau Trennelement</p> <p><u>Bodenaustausch</u> der oberen Bodenschicht in ausreichender Mächtigkeit (i.d.R. 35 cm) durch Entsorgung des bestehenden Bodens und Ersatz durch qualitativ geeignetes neues Bodenmaterial und Einbau Trennelement</p>

Tabelle 5: Auswahl von möglichen Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden – Mensch bei Wohngebieten

Maßnahmenebene	einfache Maßnahmen Stufe 1	weitere Maßnahmen Stufe 2
<p>Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsanpassung • Maßnahmen Verbraucherschutz 	<p><u>Bodenbedeckung</u> durch geschlossene Vegetation (Rasen) als Übergangslösung</p> <p><u>Information</u> und Kommunikation Handlungs- und Nutzungsempfehlungen zur Minderung möglicher Expositionen</p>	<p><u>Nutzungsänderung</u> in eine weniger sensible Nutzung (nur im Ausnahmefall möglich)</p> <p><u>Handlungs- und Nutzungseinschränkungen</u> zur Minderung möglicher Expositionen (Auflagen)</p>
<p>Sanierungsmaßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicherungsmaßnahmen • Dekontaminationsmaßnahmen 	<p><u>Bodenbedeckung</u> durch geschlossene dichte, langlebige Vegetation (bodendeckende Gehölze)</p>	<p><u>Bodenversiegelung</u> durch fachgerechte Pflasterung oder Plattierung offener Bereiche (nur im Ausnahmefall möglich)</p> <p><u>Bodenüberdeckung</u> durch Auftrag von qualitätsgesichertem Bodenmaterial; Einbau Trennelement</p> <p><u>Bodenaustausch</u> in hinreichender Mächtigkeit in Abhängigkeit von den Sanierungszielen, durch Entsorgung des bestehenden Bodens und Ersatz durch qualitativ geeignetes neues Bodenmaterial und Einbau Trennelement</p>

Tabelle 6: Auswahl von möglichen Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Mensch bei Park- und Freizeitanlagen

Maßnahmenebene	einfache Maßnahmen Stufe 1	weitere Maßnahmen Stufe 2
Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsanpassung • Maßnahmen Verbraucherschutz 	<u>Bodenbedeckung</u> durch dichte Vegetation (Rasen) als Übergangslösung <u>Information</u> und Kommunikation	<u>Nutzungsänderung</u> in eine weniger sensible Nutzung (wohl nur im Ausnahmefall möglich)
Sanierungsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Sicherungsmaßnahmen • Dekontaminationsmaßnahmen 	<u>Bodenbedeckung</u> durch geschlossene dichte, langlebige Vegetation (bodenbedeckende Gehölze)	<u>Bodenversiegelung</u> durch fachgerechte Pflasterung oder Plattierung offener Bereiche (nur im Ausnahmefall möglich) <u>Bodenüberdeckung</u> durch Auftrag von qualitätsgesichertem Bodenmaterial in hinreichender Mächtigkeit und Einbau Trennelement <u>Bodenaustausch</u> der oberen Bodenschicht in hinreichender Mächtigkeit durch Entsorgung des bestehenden Bodens und Ersatz durch qualitativ geeignetes neues Bodenmaterial und Einbau Trennelement

In den Teilflächen 4 (rot) überschreitet der resorptionsverfügbare Anteil den jeweiligen Prüfwert mit mindestens 95%iger Wahrscheinlichkeit. Das gesundheitliche Risiko bei nicht dauerhaft und vollständig unterbrochenem Wirkungspfad Boden - Mensch ist als sehr hoch einzuschätzen. Deshalb sind bei bestehender Nutzung als Kinderspielfläche grundsätzlich Maßnahmen der Stufe 2 durchzuführen. Es kann im konkreten Einzelfall aber auch möglich sein, dass Maßnahmen der Stufe 2 bautechnisch nicht sinnvoll oder machbar bzw. nicht angemessen oder zumutbar sind. In diesen Fällen ist zu prüfen, ob Maßnahmen der Stufe 1 den Wirkungspfad Boden - Mensch ebenfalls nachhaltig unterbrechen. Dies trifft z. B. zu, wenn der potentiell auszutauschende Boden intensiv durch einen oder mehrere gesunde Bäume durchwurzelt ist und wenn, bedingt durch den Bodenaustausch, die Wurzeln so geschädigt werden würden, dass der Baumbestand nicht mehr lebensfähig wäre und somit entfernt werden müsste. Außerdem ist es sinnvoll, zu prüfen, ob auf den Grundstücken in Teilbereichen andere (Teil-)Nutzungen bestehen, die gesondert bewertet werden müssen. Das könnte z. B. eine Fläche mit dichtem Strauchbewuchs innerhalb eines Kindergartengeländes sein. Diese könnte ggf. als Parkanlage eingestuft werden. Mit einem Blick in das Kartenwerk für Park- und Freizeitanlagen kann dann die Flächenzuordnung und Ableitung der notwendigen Maßnahmen bzw. der Verzicht auf Maßnahmen erfolgen.

Für bereits bestehende Nutzungen als Wohngebiete oder Park- und Freizeitanlagen werden in der Rechtsverordnung keine konkreten gebietsbezogenen Regelungen getroffen. Das durch das Kartenwerk nunmehr vorliegende und ohne weiteres erwerbbares Wissen darüber, dass der resorptionsverfügbare Anteil den Prüfwert für Wohngebiete bzw. für Park- und Freizeitanlagen mit mindestens 95%iger Wahrscheinlichkeit überschreiten kann, ist für den Grundstückseigentümer und den Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück hinreichend Anlass, entsprechend den konkreten standörtlichen Bedingungen die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, dass dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder für die Allgemeinheit entstehen [4]. Die untere Bodenschutzbehörde kann im Einzelfall die notwendigen Maßnahmen erforderlichenfalls auch anordnen. Die Bewertung der tatsächlichen Exposition und die differenzierte Betrachtung von Subnutzungen erlauben i.d.R. eine standortbezogene Konkretisierung der gebietsbezogenen Bewertung. So erfordert z. B. ein versiegelter Dreiseitenhof oder eine Kinderspielfläche auf einem Grundstück, auf dem nicht dauerhaft Kleinkinder leben, keinen Bodenaustausch.

Bei Planungen künftiger Nutzungen ist es angemessen, Maßnahmen der Stufe 2 anzuwenden, da damit besser der Vorsorgepflicht gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen entsprochen wird. Sind diese Maßnahmen aus technischen oder sonstigen Gründen nicht möglich, können i.d.R. in der Planung bestimmte Nutzungen nicht vorgesehen werden und es muss ggf. auf andere Flächen ausgewichen werden.

Da die gebietsbezogene Detailuntersuchung nicht völlig ausschließen kann, dass an einigen wenigen Standorten die tatsächlichen Schadstoffgehalte im Boden von den im Kartenwerk dargestellten Gehalten abweichen, ist der Weg einer standortbezogenen Detailuntersuchung (Gefährdungsabschätzung) unter Berücksichtigung der Schadstoffkonzentration und -verteilung im Boden und der standörtlichen Expositionsfaktoren eröffnet. Dadurch ist es durchaus denkbar, zu einer abweichenden Gefahrenbeurteilung und damit auch zu anderen, den Verpflichteten regelmäßig weniger belastenden Handlungsoptionen zu gelangen. Es wird empfohlen, mit der Durchführung einer standortbezogenen Detailuntersuchung anerkannte Sachverständige gemäß § 18 BBodSchG i.V.m. der Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Sachverständige nach § 18 BBodSchG (SächsSachVO) [22] zu beauftragen. Festgestellte Sachverständige werden von der zuständigen Industrie- und Handelskammer (IHK) in deren Veröffentlichungsblatt regelmäßig bekannt gegeben. Entsprechende Übersichten können von der IHK Chemnitz, Geschäftsstelle Freiberg, auf Anfrage übermittelt werden.

In den Teilflächen 3 (ocker) sind Prüfwertüberschreitung durch den verfügbaren Anteil von As und Cd sowie die Überschreitung des Prüfwertes Pb zu $\geq 50\%$ und zu $< 95\%$ wahrscheinlich. Das gesundheitliche Risiko bei nicht dauerhaft und vollständig unterbrochenem Wirkungspfad Boden - Mensch ist als hoch einzuschätzen. Die Handlungsoptionen decken sich im Wesentlichen mit denen in den Teilflächen 4. Um nachzuweisen, dass gegebenenfalls anstatt der Maßnahmen der Stufe 2 die Maßnahmen der Stufe 1 für die Gefahrenabwehr ausreichen oder gar keine Maßnahmen erforderlich sind, reichen einfache Untersuchungen, insbesondere Prüfung auf Subnutzungen und Prüfung der standörtlichen Expositionsfaktoren, ohne zusätzliche Bodenanalysen aus. Diese Untersuchungen können i.d.R. vom Grundstückseigentümer selbst vorgenommen werden oder Dritte können von ihm in seinem Ermessen dazu beauftragt werden.

In den Teilflächen 2 (gelb) ist eine Prüfwertunterschreitung durch den verfügbaren Anteil von As und Cd sowie die Unterschreitung des Prüfwertes Pb zu $> 50\%$ bis zu $< 95\%$ wahrscheinlich. Da der Gefahrenverdacht nicht vollständig ausgeräumt ist, sind nutzungsbezogene Maßnahmen der Stufe 1 zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Mensch oder der Nachweis durch einfache Untersuchungen, dass keine Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Mensch erforderlich werden, geboten. Diese Untersuchungen

können i.d.R. vom Grundstückseigentümer selbst vorgenommen werden oder Dritte können von ihm nach seinem Ermessen beauftragt werden.

In den Teilflächen 1 (grün) ist eine Prüfwertunterschreitung durch den verfügbaren Anteil von As und Cd sowie die Unterschreitung des Prüfwertes Pb zu mindestens 95 % wahrscheinlich. Da damit kein Gefahrenverdacht aus der gebietsbezogenen Detailuntersuchung abgeleitet wird, sind auch keine Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Mensch erforderlich. Es lässt sich allerdings nicht 100%ig ausschließen, dass lokal auch höhere Schadstoffgehalte im Boden anzutreffen sind; z. B. verursacht durch nicht bekannte Umlagerungen oder durch lokal begrenzt an der Erdoberfläche ausstreichende Erzgänge, welche im Bodenmessnetz nicht erfasst sind. Liegt ein spezifischer Verdacht vor, ist insbesondere bei sensibler Nutzung eine Bodenuntersuchung zu empfehlen.

Zu Abschnitt 4: Nutzungsorientierte Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Pflanze - Mensch

§ 9 Nutzungsorientierte Gliederung

Für die Kartendarstellung wurden Prüf- und Maßnahmewerte der BBodSchV und Empfehlungswerte der landwirtschaftlichen Fachbehörde [11] herangezogen. Die Auswahl der relevanten Werte und die Methodik der Kartendarstellung wurden behördlich abgestimmt¹⁰. Folgende Werte für As, Pb und Cd im Boden bilden die Grundlage für die Kartendarstellung:

Tabelle 7: Maßnahmewerte und Empfehlungswerte für den Pfad Boden - Nutzpflanze; Nutzungsart Grünland, in [mg/kg], gemäß [5], [11]

Element	Aufschlussmethode	Maßnahmewert	Empfehlungswert
		[mg/kg]	[mg/kg]
As	KW	50	
Cd	KW		2
Pb	KW	1.200	

Tabelle 8: Prüfwerte, Maßnahmewerte und Empfehlungswerte für den Pfad Boden - Nutzpflanze und die Nutzungsart Acker, in [mg/kg], gemäß [5], [11]

Element	Aufschlussmethode	Prüfwert Acker/ Nutzgarten	Maßnahmewert Acker/ Nutzgarten 1	Maßnahmewert Acker/ Nutzgarten 2	Empfehlungswert Acker
		[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
As	KW	200			
Cd	KW				1
Cd	AN		0,04	0,1	
Pb	AN	0,1			

Durch die Farbgebung wird angezeigt, welche Referenzwerte in den Teilflächen jeweils überschritten werden.

Die Darstellungsbasis für die Übersichtskarten (Grünland und Ackerland) bildet der Verschnitt der durch flächige Interpolation entstandenen Rasterdaten-Darstellungen für die Elemente As, Pb und Cd. Die jeweilige Klassenbildung orientiert sich an den grünland- bzw.

¹⁰ Beratungsprotokoll vom 25.08.2008; Teilnehmer: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Landesdirektion Chemnitz, Abteilung Umwelt

ackerspezifischen Referenzwerten gemäß Tabellen 7 und 8 [23]. Durch die zusätzliche Angabe der Feldblockgrenzen der jeweiligen Flächennutzung wird damit innerhalb dieser die flächige Verteilung der zu Grunde liegenden Klassen orientierend ablesbar. Zu beachten ist, dass die im Basis-Kartenwerk als HRE „Belastete Flussauen“ ausgehaltenen Gebiete wegen deren ausgeprägt hoher Schadstoffbelastung vollflächig der höchsten Klassenkategorie zugeordnet wurden.

Da bei der Flächenbewirtschaftung im Regelfall eine über den Feldblock differenzierte Vornahme von Untersuchungen unterschiedlichen Umfanges nicht praktikabel umsetzbar ist, wurde in einem weiteren darstellungsmethodischen Schritt durch Anwendung einer flächenanteilsabhängigen Wichtungsregel, die für den jeweiligen Feldblock anzuwendende Referenzwertüberschreitungsklasse berechnet und für die Blattschnittübersichtskarten sowie die Detailkarten genutzt. Die Wichtungsregel folgt dabei einem konservativen Besorgnisansatz und lautet verkürzt: ordnet sich die Feldblockfläche mit $> 90 \%$ einer Referenzwertüberschreitungsklasse zu, so wird der gesamten Feldblockfläche diese Klasse zugewiesen. Wird bei zwei Flächenklassen in einem Feldblock der Flächenanteil der höheren Kategorie $\geq 10 \%$ so wird dem Feldblock diese höhere Klasse zugewiesen. Finden sich auf der Feldblockfläche drei oder mehr Klassen, gilt die Regel: wenn im Vergleich zur Klasse der niedrigsten Kategorie die Summe der höher kategorisierten Klassen $\geq 10 \%$ Flächenanteil beträgt, wird dem Feldblock diejenige höher kategorisierte Klasse zugewiesen, welche in der Summe den höchsten Anteil besitzt.

Feldblöcke, welche sowohl innerhalb als auch außerhalb des Bodenplanungsgebietes gelegen sind, werden in den Darstellungen nur dann berücksichtigt, wenn sich davon ein Flächenanteil von $\geq 10 \%$ innerhalb des Bodenplanungsgebietes befindet. Nur für diesen Anteil erfolgt auch die Visualisierung der ermittelten Handlungsbedarfsklasse.

Der Bezug auf die jeweiligen Feldblock-Flächen soll eine eindeutige Zuordnung ermöglichen. Da Zuschnitt und Bezeichnung der Feldblöcke jährlich aktualisiert werden¹¹, muss der Landwirt beachten, dass die Feldblöcke im Kartenwerk dem Aktualisierungsstand Januar 2009 entsprechen.

§ 10 Maßnahmen in der Landwirtschaft

Da innerhalb des Bodenplanungsgebietes aufgrund der weit verbreitet hohen Gehalte an As, Pb und Cd im Boden das Risiko nicht ausgeschlossen werden kann, dass auch im Erntegut erhöhte Gehalte zu verzeichnen sind, ergibt sich für den Landwirt insbesondere hinsichtlich dieser Schadstoffe eine besondere Verantwortung gegenüber dem Verbraucher. Die Maßnahmen zur Unterbrechung des Wirkungspfades Boden - Pflanze - Mensch folgen dem Prinzip: werden die Referenzwerte für As, Pb und Cd im Boden unterschritten, werden auch die Gehalte in den Ernteprodukten mit großer Wahrscheinlichkeit die Höchstgehalte nach geltendem Lebens- oder Futtermittelrecht unterschreiten[18, 25]. Werden die Referenzwerte für As, Pb und Cd im Boden überschritten, so besteht auch ein erhöhtes Risiko der Überschreitung der Höchstgehalte nach geltendem Lebens- oder Futtermittelrecht in den Ernteprodukten.

Seitens des Produzenten ist eigenverantwortlich sicher zu stellen, dass keine kontaminierten Lebens- und/oder Futtermittel in Verkehr gebracht bzw. verfüttert werden. Eine Möglichkeit dies abzusichern, ist die Untersuchung der Ernteprodukte, aber auch Vorernteuntersuchungen haben sich in der Praxis bewährt. Dabei ist bei Ackernutzung zusätzlich zwischen einer Lebens- bzw. einer Futtermittelerzeugung zu unterscheiden. Bei der Entscheidungsfindung, ob und welche Parameter im Erntegut untersucht werden sollen, können die Angaben in den

¹¹ Die Änderungen betreffen nur einen äußerst geringen Flächenanteil, z.B. durch Umwandlung von Acker-/Grünland in Bauland.

Karten nach § 9 der Verordnung zur Unterstützung beigezogen werden. Hinweise zur Methodik der Probenahme werden von der zuständigen Landwirtschaftsfachbehörde gegeben und aktuell gehalten [13, 15]. Auf die Handlungsempfehlungen der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) für die landwirtschaftliche Nutzung schwermetallbelasteter Böden [12] wird verwiesen.

Bemerkenswert ist noch, dass auf Grund des Fehlens eines Höchstwertes für As in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (VO (EG) 1881/2006) [25] kein rechtlich begründeter Untersuchungszwang im Rahmen der Eigenüberwachung besteht, obwohl in der BBodSchV ein Prüfwert festgeschrieben ist, bei dessen Überschreitung weitere Untersuchungen erforderlich sind, um den Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung auszuräumen oder zu bestätigen. Das Kartenwerk bietet dem Lebensmittelüberwachungs- und Veterinäramt des Landkreises Mittelsachsen als zuständige Lebensmittelüberwachungsbehörde die Möglichkeit, die besondere Bedeutung des As im Bodenplanungsgebiet im Rahmen der behördlichen Überwachung zu berücksichtigen. So kann insbesondere das Erntegut auf Feldblöcken untersucht werden, welche der Klasse 6 zugeordnet sind. Verfügt es über einen erhöhten Arsengehalt, kann es auf Grund seiner Gesundheitsgefährdung nach Artikel 14 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (VO 178/2002) [26] beanstandet werden und es kann veranlasst werden, das Erntegut vom Markt zu nehmen.

§ 11

Maßnahmen in privaten Nutzgärten

Der Anbau von Gemüse und Obst in privaten Nutzgärten erfolgt i.d.R. nicht kommerziell. Er fällt somit nicht in den Geltungsbereich der VO (EG) 1881/2006 [25] und des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuches (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch - LFGB) [18]. Unabhängig davon können sich die Schadstoffe As, Pb und Cd in Bereichen mit hoher Bodenbelastung auch im Erntegut in Konzentrationen anreichern, welche gesundheitsschädlich sein können. Mit den Anbau- und Verzehrempfehlungen [2] werden Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen empfohlen, bei deren Beachtung gesundheitliche Risiken minimiert werden. Die Einsichtnahme in die Übersichtskarten ermöglicht eine Aussage zur Art und zur zu erwartenden Konzentration an Schadstoffen im Boden. Auf der Basis dieser Kenntnis kann der Gartennutzer entsprechend den Anbau- und Verzehrempfehlungen die geeigneten Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen ableiten und eigenverantwortlich umsetzen. Das gilt in besonderem Maße für Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden und sich in Teilflächen mit Überschreitung des Cd-Wertes von 2 mg/kg befinden (Klassen 5 und 6 der Karte 6.6.1).

Zu Abschnitt 5: Verlagerung von Bodenmaterial zum Zwecke der Verwertung

§ 12

Teilflächen

Für die flächenhafte Darstellung der Gehalte an As, Pb und Cd im Boden wurden für die Messwerte der Proben aus der gemäß Karte 1 des Kartenwerkes abgegrenzten Fläche nachfolgende Perzentile ermittelt (mg/kg).

Tabelle 9: Perzentile in mg/kg TS (Königswasseraufschluss)

	50%-Perzentil	90%-Perzentil	97%-Perzentil
As	57,5	265	790
Cd	1,0	4,1	9,0
Pb	175	765	1.685

Auf der Grundlage der Werte des 50er, 90er und 97er Perzentils der Pb-, Cd- und As-Gehalte im Boden¹² wurden im geografischen Informationssystem vier Flächenkategorien mit jeweils vergleichbaren Konzentrationsbereichen errechnet und abgegrenzt.

Die Werte der vier Flächenkategorien lassen sich wie folgt klassifizieren:

- Teilfläche 1: kein Wert von As, Cd, oder Pb ist größer als das 50er Perzentil,
- Teilfläche 2: wenigstens ein Wert ist größer als das 50er Perzentil, aber kein Wert ist größer als das 90er Perzentil,
- Teilfläche 3: wenigstens ein Wert ist größer als das 90er Perzentil, aber kein Wert ist größer als das 97er Perzentil,
- Teilfläche 4: wenigstens ein Wert ist größer als das 97er Perzentil.

Die Grenzen der Teilflächen wurden nach den gleichen Gesichtspunkten wie die Außen- grenze entlang markanter topografischer Elemente der Topographischen Karte 1 : 10 000 (TK10) gezogen.

§ 13 Grundsätze

Die Regelungen sollen bewirken, dass bei der Verlagerung von Bodenmaterial innerhalb des Bodenplanungsgebietes der stoffliche Bodenzustand am Einbauort teilflächenbezogen nicht verschlechtert wird (Verschlechterungsverbot). Die Anwendung der Karten 1.1 bis 1.11 ersetzt die ansonsten erforderlichen Einzeluntersuchungen des zu verlagernden Bodenmaterials und des Bodens am Einbauort.

Neben dem Verschlechterungsverbot ist bei der Verlagerung von Bodenmaterial im Bodenplanungsgebiet der Grundsatz zu beachten, dass es am Ort des Auf- bzw. Einbringens von Bodenmaterial nicht zur Besorgnis der Entstehung von schädlichen Bodenveränderungen kommt. Daraus ergeben sich Anforderungen an die neu zu erstellende oberste durchwurzelbare Bodenschicht. Befindet sich der Ort des Auf- bzw. Einbringens in einem Wohngebiet oder in einer Park- und Freizeitanlage, ist mit Unterschreitung der gebiets- und nutzungsbezogen bestimmten Beurteilungswerte im Bodenmaterial, welches für eine neu zu erstellende oberste durchwurzelbare Bodenschicht verwendet wird, die Einhaltung des o.g. Grundsatzes sichergestellt. Auf Grund der relativ niedrigen Hintergrundwerte bei Böden der Teilfläche 1 ist die analytische Untersuchung von Bodenmaterial aus der Teilfläche 1 entbehrlich. Da in den Teilflächen 2, 3 und 4 die Hintergrundwerte die Beurteilungswerte mit hoher Wahrscheinlichkeit überschreiten, sind Untersuchungen des Bodenmaterials aus diesen Teilflächen zu o.g. Zweck erforderlich.

In der Anlage 2 zur Verordnung sind in Tabelle 1 die nutzungsbedingten Mindestmächtigkeiten für den Fall einer neu zu erstellenden obersten durchwurzelbaren Bodenschicht angegeben. Für diese Schicht gelten für die Elemente As, Pb und Cd die Untersuchungsanforderungen und Grenzwerte gemäß Tabelle 2.

¹² Der 97er Perzentilwert ist der Konzentrationswert, der von 97 % aller Messwerte unterschritten wird, bzw. 3% der Messwerte erreichen oder überschreiten diesen Konzentrationswert. Für das 90er und 50er Perzentil ist die Erklärung analog.

Die Untersuchungsanforderungen und Grenzwerte der Tabelle 2 ergeben sich wie folgt:

- Hintergrundgehalte > Beurteilungswerte => Beurteilungswert als Einbauobergrenze (Untersuchungen erforderlich)
- Hintergrundgehalte < Beurteilungswerte => Hintergrundwert als Einbauobergrenze (unter Zugrundelegung der in § 13 der Verordnung genannten Grundsätze sind keine Untersuchungen erforderlich, da keine Überschreitungen der Beurteilungswerte zu erwarten sind)

Befindet sich der Ort des Auf- bzw. Einbringens in einem Industrie- und Gewerbegrundstück, ist bei Überschreitung der Prüfwerte eine standortbezogene Expositionsbeurteilung und Risikobewertung erforderlich. Innerhalb bauplanungsrechtlich festgesetzter Industrie- und Gewerbegebiete kann die Fläche nach der tatsächlichen Nutzung differenziert betrachtet werden.

Die Verwendung des Bodenmaterials aus der Teilfläche 1 ohne Untersuchungserfordernis ergibt sich daraus, dass das gebietsbezogene Verschlechterungsverbot eingehalten wird und die Gehalte an As, Pb und Cd mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte für die Nutzungen Wohngebiet oder Park- und Freizeitanlage bzw. unterhalb des Prüfwertes für die Nutzung Industrie- und Gewerbegebiet liegen.

Die Schadstoffgehalte der Flussauen im Bodenplanungsgebiet weichen von denen in den anliegenden Teilgebieten i.d.R. qualitativ und quantitativ ab. Ursache hierfür sind die als Schadstoffsenken wirkenden Gewässersedimente, die bei Hochwasserereignissen in Flussauen abgelagert werden können und diese zusätzlich belasten.

Es ist lokal mit sehr hohen Gehalten an gebietstypischen Schadstoffen zu rechnen. Eine Interpolation der Gehalte vom Messpunkt zur Fläche ist auf Grund der meist ungenügenden Datendichte in den Flussauen nicht vertretbar. Aus diesem Grund sind die Flussauen von der Befreiung von Untersuchungspflichten ausgenommen. Bei Untersuchungen ist darauf zu achten, dass anthropogen bedingt das Schadstoffspektrum gegenüber dem rein geogenen Anteil deutlich größer sein kann und somit das Untersuchungsprogramm für die Verwertung von Bodenmaterial entsprechend des unspezifischen Verdachtes und auch auf spezifische Verdachtsmomente ausgerichtet anzulegen ist.

Auch im Hinblick auf die Vermeidung belasteten Bodenaushubs können die Karten 1.1 bis 1.11 herangezogen werden. Durch Berücksichtigung der Verteilung von Schadstoffen im Boden bei der Planung und Projektierung können hohe Kosten bei der Bauausführung (Entsorgung von belastetem Bodenmaterial) vermieden werden. Entsprechende planerische Möglichkeiten sind z.B.

- Ausschöpfung der Geschossflächenzahl und damit kleinere Baugrundfläche,
- Verzicht auf das Kellergeschoss bzw. geringe Tiefe der Kellergeschossohle unter Geländeoberkante,
- Anordnung der Gebäude und Verkehrsflächen unter Berücksichtigung der Bodenbelastung,
- Gründung auf Aufschüttung,
- Hochlage der Erschließungsstraßen.

§ 14

Aufzeichnungs- und Aufbewahrungspflichten

Unabhängig davon, aus welchen Teilflächen das zu verlagernde Bodenmaterial stammt, ist die Pflicht zur Führung von Registern und Nachweisen nach §§ 42 Abs. 1 und 3 bzw. 43 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) [17] zu beachten. Werden mineralische Stoffe bei Baumaßnahmen eingesetzt, so unterliegen diese Verlagerungen als Entsorgungsmaßnahmen der Registerpflicht. Für nicht gefährliche Abfälle haben grundsätzlich nur

die Entsorger Register zu führen. Dort ist die Entsorgung aller Abfälle zu dokumentieren. Das in den Teilflächen 1, 2 und 3 anfallende Bodenmaterial ist regelmäßig als nicht gefährlicher Abfall einzustufen.

Für gefährliche Abfälle haben stets Erzeuger, Besitzer, Beförderer, Einsammler und Entsorger ein Register zu führen. Das in Teilfläche 4 des Bodenplanungsgebietes anfallende Bodenmaterial ist regelmäßig als gefährlicher Abfall der Abfallschlüsselnummer 17 05 03*) einzustufen. In diesem Fall bestehen gemäß § 43 Abs. 1 KrW-/AbfG zusätzlich Nachweispflichten. So haben Erzeuger, Besitzer, Beförderer, Einsammler und Entsorger sowohl der zuständigen Behörde als auch den anderen an der Entsorgungskette Beteiligten die ordnungsgemäße Entsorgung dieser Abfälle nachzuweisen. Dies hat im Wege der Vorab- sowie der Verbleibskontrolle zu erfolgen.

Von den Pflichten zur Führung von Registern und Nachweisen sind zwar private Haushaltungen von vorneherein ausgenommen (§ 42 Abs. 6, § 43 Abs. 4 KrW-/AbfG). Diese Ausnahme gilt jedoch nicht für Beförderer oder Einsammler der Abfälle und den Entsorger der Abfälle, die bei der Entsorgung von Abfällen aus privaten Haushaltungen mitwirken.

Literaturverzeichnis

- [1] ABoZuVO: Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Zuständigkeiten bei der Durchführung abfallrechtlicher und bodenschutzrechtlicher Vorschriften vom 26. Juni 2008 (SächsGVBl. Nr.10 vom 18. Juli 2008)
- [2] Anbau- und Verzehrempfehlungen für schwermetallbelastete Klein- und Hausgärten im Freiburger Raum, Landratsamt Mittelsachsen, Freiberg, 06. Mai 2011
- [3] Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden); Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, November 2004
- [4] BBodSchG: Gesetz zum Schutz des Bodens (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I, S. 502 ff.), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)
- [5] BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, vom 16. Juni 1999 (BGBl. I, S. 1554 ff.), zuletzt geändert durch Artikel 16 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585)
- [6] Bekanntmachung über Methoden und Maßstäbe für die Ableitung der Prüf- und Maßnahmewerte nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 18. Juni 1999, Bundesanzeiger Nummer 161a, Jahrgang 51
- [7] Besondere Belastung der Freiburger Mulde - DX-Überwachungsbericht; Landesdirektion Chemnitz Abt. Umweltschutz, Abschlussbericht 29. Mai 2009 (unveröffentlicht)
- [8] DIN 19738, Juli 2004. Bodenbeschaffenheit - Resorptionsverfügbarkeit von organischen und anorganischen Schadstoffen aus kontaminiertem Bodenmaterial
- [9] Erarbeitung fachlicher Grundlagen für die Nachbearbeitung des Kartenwerkes für die Festlegung eines Bodenplanungsgebietes nach § 9 SächsABG im Raum Freiberg. Beak Consultants GmbH Freiberg. im Auftrag des Regierungspräsidiums Chemnitz, Umweltfachbereich, 2005

- [10] Evaluierung der Resorptionsverfügbarkeit von Schadstoffen für Böden der Erzgebirgsregion, Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 3/2010
- [11] Hinweise und Empfehlungen zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Dresden, April 2006
- [12] Hinweise und Empfehlungen zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL), August 2010
- [13] Hinweise zur Probenahme bei wirtschaftseigenem Futter zur Untersuchung auf unerwünschte Stoffe, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Mai 2008
- [14] Hinweise zur Umsetzung von § 12 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Kurzmitteilung. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, Juni 2003
- [15] Hinweise zur Vor-Ernte-Beprobung von Getreide in schwermetallbelasteten Gebieten, Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL), März 2009
- [16] Kartenwerk für die Festlegung des Bodenplanungsgebietes nach § 9 SächsABG im Raum Freiberg. Beak Consultants GmbH Freiberg, 2005, im Auftrag des Staatliches Umweltfachamtes Chemnitz
- [17] KrW-/AbfG: Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163)
- [18] LFBG: Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Juli 2009 (BGBl. I S. 2205), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 9. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1934)
- [19] Leitfaden Handlungsempfehlungen für die Umsetzung des Bodenschutzrechtes in Gebieten mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, April 2006
- [20] Potentielle prioritäre Stoffe in Fließgewässern und kommunalen Abwassereinleitungen in Sachsen, Internet-Publikation des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Engelmann, Rohde, Ziegler), Februar 2009
- [21] SächsABG: Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz vom 31. Mai 1999 (SächsGVBl. S. 256), zuletzt geändert durch Artikel 16 des Gesetzes vom 15. Dezember 2010 (SächsGVBl. S. 387, 398)
- [22] SächsSachVO: Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Sachverständige nach § 18 BBodSchG vom 16.12.2002 (SächsGVBl. Jg. 2003 Bl.-Nr. 1 S. 22) zuletzt geändert durch Artikel 2 der VO vom 24. November 2009 (SächsGVBl. S. 670, 671)
- [23] Überarbeitung der Kartenwerke für die Festlegung von Bodenplanungsgebieten nach § 9 SächsABG im Raum Freiberg, in der Zschopauaue und im Raum Ehrenfriedersdorf/Geyer; Teilprojekt Pfad Boden - Pflanze. ARCADIS CONSULT GmbH, Freiberg 2009, im Auftrag der Abt. Umweltschutz der Landesdirektion Chemnitz

[24] Untersuchungen zur Resorptionsverfügbarkeit von Schadstoffen in der Einzelfallprüfung zur Gefahrenbeurteilung – Praxistest zur Vollzugshilfe und Kostenreduzierung am Beispiel Osnabrück-Wüste. IFUA-Projekt-GmbH. Bielefeld, 2003

[25] Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln, ABl. Nr. L 364, S. 5

[26] Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit, ABl. EG, vom 01.02.2002, L 31/1