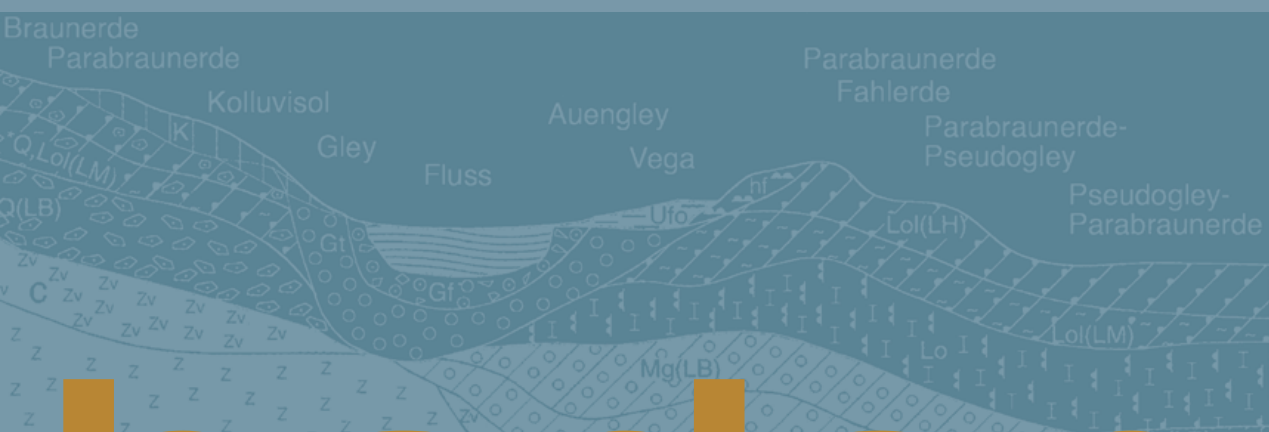




Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in Böden Bayerns

Vollzugshilfe für den vorsorgenden Bodenschutz
mit Bodenausgangsgesteinskarte von Bayern 1:500 000



böden



Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in Böden Bayerns

**Vollzugshilfe für den vorsorgenden Bodenschutz
mit Bodenausgangsgesteinskarte
von Bayern 1:500 000**

Impressum

Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in Böden Bayerns

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: (08 21) 90 71-0

Fax: (08 21) 90 71-55 56

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Referat 108, U. Geuß, E. Hangen; Referat 103, W. Martin

Redaktion:

LfU, Referat 108, U. Geuß, E. Hangen, B. Schilling, P. Spörlein

Stand:

März 2011



Gefördert mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	5
2	Grundlagen	5
3	Hinweise für den Vollzug	8
4	Statistische Auswertung	8
5	Hinweise zum Gebrauch von Tabellenwerk und Karte	9
6	Hintergrundwerte anorganischer Schadstoffe	11
	Nordwestbayerisches Schichtstufenland und Bruchschollengebiete	11
	Fränkische und Schwäbische Alb	14
	Grundgebirge	16
	Tertiärhügelland	18
	Alpen und Alpenvorland	19
	Grundwasserbeeinflusste Standorte	21
	Moore	23
7	Vergleichende Übersicht Hintergrundwerte - Vorsorgewerte	24
8	Hintergrundwerte organischer Schadstoffe	26
8.1	Bayernweite Hintergrundwerte	26
8.2	Hintergrundwerte differenziert nach Teilräumen	26
9	Hintergrundwerte anorganischer Schadstoffe in Auflagen unter Forst	41
10	Zusammenfassung	57
11	Danksagung	57
12	Literatur	58

1 Einleitung und Zielsetzung

Vorsorgewerte markieren nach dem BBodSchG den Grenzwert in der stofflichen Betrachtung des Bodens, bei dessen Überschreiten in der Regel von der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung auszugehen ist. Hierbei sind geogene oder großflächig siedlungsbedingte Schadstoffgehalte zu berücksichtigen (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, 1998). Diese seinerzeit für das gesamte Bundesgebiet abgeleiteten Werte berücksichtigen allerdings nicht in jedem Falle regionale Besonderheiten in der Stoffausstattung der Böden. Deshalb sind die einzelnen Bundesländer angehalten, länderspezifische Hintergrundwerte zu ermitteln, um für die vielfältigen Fragestellungen im stofflichen Bodenschutz eine Datengrundlage zu haben.

Mit dem Projekt 'Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze (GRABEN)' (JONECK ET AL. 2006) wurden am Bayerischen Geologischen Landesamt, jetzt Bayerisches Landesamt für Umwelt, in den Jahren 2000-2007 auf Grundlage der Vorgaben der Bundesländer-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO, 2003) Hintergrundwerte zu anorganischen und organischen Schadstoffen für den Oberboden, Unterboden und Untergrund, aber auch für die organische Auflage ermittelt.

Das Ergebnis ist ein umfangreiches Tabellenwerk zu Hintergrundwerten von 15 anorganischen Schadstoffen, einschließlich einer Bodenausgangsgesteinskarte im Maßstab 1:500 000 (BAG500) sowie erstmalig Hintergrundwertekarten zu fünf organischen Schadstoffen.

Mit Tabellenwerk und Karten ist es den Vollzugsbehörden möglich, vorhandene Analyseergebnisse bodenschutzfachlich hinsichtlich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung einzuordnen und Bodenmaterial mit natürlich erhöhter Stoffausstattung zu identifizieren.

2 Grundlagen

Im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) werden zur Sicherung und Wiederherstellung der Funktionen des Bodens Pflichten zur Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen und zur Sanierung von Boden und Altlasten formuliert. Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), welche die Anforderungen an den Bodenschutz und die Altlastenbehandlung konkretisiert, nennt zum Schutz der Bodenfunktionen Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte.

Vorsorgewerte für anorganische Schadstoffe sind nutzungs- und schutzgutunabhängig und sollen die Multifunktionalität der Böden bewahren. Sie wurden nach ökotoxikologischen Aspekten abgeleitet und beinhalten eine substrat- und pH-Wert-abhängige Komponente (MARTIN, 1998).

Bei Überschreitung eines Vorsorgewertes besteht zunächst die Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung. Vorsorgemaßnahmen gegen das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung sind zu ergreifen z.B. durch eine Nutzungsanpassung.

Tabelle 1 enthält die Vorsorgewerte für anorganische Schadstoffe nach Anhang 2 der BBodSchV getrennt nach Bodenarten-Hauptgruppen in mg/kg Trockensubstanz. Sie gelten nur für Böden und Bodenhorizonte mit einem Humusgehalt von **weniger** als 8 %.

Tab. 1: Vorsorgewerte anorganischer Schadstoffe nach BBodSchV in mg/kg Trockensubstanz (Humusgehalt < 8 %).

	Blei (Pb)	Cadmium (Cd)	Chrom (Cr)	Kupfer (Cu)	Quecksilber (Hg)	Nickel (Ni)	Zink (Zn)
Sand	40	0,4	30	20	0,1	15	60
Lehm/Schluff	70	1,0	60	40	0,5	50	150
	pH<5,0 40	pH<6,0 0,4				pH<6,0 15	pH<6,0 60
Ton	100	1,5	100	60	1,0	70	200
	pH<5,0 70	pH<6,0 1,0				pH<6,0 50	pH<6,0 150

Vorsorgewerte für organische Schadstoffe sind ebenfalls nutzungs- und schutzgutunabhängig. Im Gegensatz zu den anorganischen Vorsorgewerten findet hier eine Differenzierung der Werte nach dem Humusgehalt statt (Tabelle 2).

Tab. 2: Vorsorgewerte organischer Schadstoffe nach BBodSchV in mg/kg Trockensubstanz.

	Polychlorierte Biphenyle (PCB ₆)	Benzo(a)pyren (BAP)	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK ₁₆)
Humusgehalt ≤ 8%	0,05	0,3	3
Humusgehalt > 8%	0,1	1	10

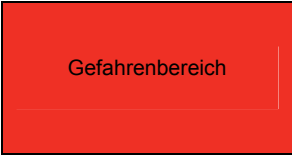
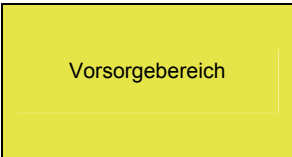
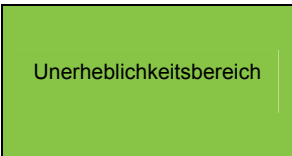
Prüf- und Maßnahmenwerte sind im Gegensatz zur den Vorsorgewerten humantoxikologisch abgeleitet. Entsprechend den jeweiligen Schutzgütern gibt es unterschiedliche Werte für die Wirkungspfade Boden – Mensch, Boden – Pflanze und Boden – Grundwasser. Der Wirkungspfad Boden – Pflanze unterscheidet zudem die Nutzungen Acker und Grünland.

Wenn ein **Prüfwert** überschritten wird, ist der Verdacht auf eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast bereits hinreichend groß, um weitere Untersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung durchzuführen. Bestätigen die weiteren Untersuchungen eine Gefahr für ein Schutzgut, sind Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu treffen.

Wird ein **Maßnahmenwert** überschritten, ist in der Regel von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast auszugehen. Maßnahmen in Form von Dekontaminations- und Sicherungs- sowie Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen sind erforderlich, um Gefahren von Schutzgütern abzuwehren.

Tabelle 3 veranschaulicht schematisch die drei Grenzwerte der BBodSchV mit den daraus resultierenden Konsequenzen für den Vollzug.

Tab. 3: Definition von Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwert nach BBodSchV (schematische Darstellung).

Wert	Bereich	Kriterium	Konsequenz
Maßnahmenwert		i.d.R. Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast	Dekontaminations- und Sicherungs- oder Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
Prüfwert		Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast	Detailuntersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung
Vorsorgewert		Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung	Vorsorgemaßnahmen
			

Überschreitungen von Grenzwerten jeglicher Art sind in Böden mit **naturbedingt** oder **großflächig siedlungsbedingt** erhöhten Schadstoffgehalten zunächst unbedenklich, solange nicht durch Einwirkungen eine erhebliche Freisetzung der Schadstoffe oder durch zusätzliche Einträge nachteilige Auswirkungen auf Bodenfunktionen zu erwarten sind (§ 4 Absatz 8 und § 9 Absatz 2 BBodSchV). Bei den Formulierungen 'durch Einwirkungen' und 'erhebliche Freisetzung' handelt es sich allerdings um für den Vollzug unbestimmte Rechtsbegriffe.

Hintergrundwerte geben den Ist-Zustand der Böden an. Sie werden aus den Hintergrundgehalten von Böden ermittelt und berücksichtigen regionale Besonderheiten in der stofflichen Zusammensetzung. Hintergrundwerte zu anorganischen Stoffen beinhalten eine geogene Komponente – das ist der Stoffbestand des Bodens, der sich aus dem Ausgangsgestein (lithogener Anteil) und den durch pedogenetische Prozesse beeinflussten Umverteilungen (Anreicherung und Verarmung) von Stoffen im Boden ergibt – und die ubiquitäre Stoffverteilung als Folge diffuser Einträge in den Boden (MARTIN, 1998). Die Ermittlung der Hintergrundwerte erfolgt nach den Vorgaben der LABO (2003) getrennt nach Bodenausgangsgestein, den Horizontgruppen Auflage, Oberboden, Unterboden, Untergrund und nach den Nutzungen Acker/Grünland und Forst. Hintergrundwerte organischer Schadstoffe zeigen dagegen vorrangig den ubiquitären, atmosphärischen Eintrag an. Diese Werte werden zwar auch getrennt nach Horizontgruppe und Nutzung ermittelt, doch erfolgt die Gebietscharakterisierung für Bayern über einen geostatistischen Ansatz (Indikatorkriging).

3 Hinweise für den Vollzug

Analysenergebnisse von Bodenuntersuchungen auf anorganische und organische Schadstoffe müssen eingeordnet und bewertet werden.

Für den Vollzug der Bodenschutzgesetze durch die Kreisverwaltungsbehörden (KVB) als Bodenschutzbehörde, aber auch für Planungsbüros hat dies zur Konsequenz, dass zur Beurteilung solcher Ergebnisse neben den Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerten nach Anhang 2 der BBodSchV **auch** die Hintergrundwerte entsprechend dem Bodenausgangsgestein, der Horizontgruppe und der Nutzung berücksichtigt werden müssen. Dabei ist das Verhältnis Vorsorgewert – Hintergrundwert und die daraus folgenden Konsequenzen nach Nr. 5.1 Abs. 2 BayBodSchVwV wie folgt geregelt:

‘Bei Überschreitungen der Vorsorgewerte sind Maßnahmen in der Regel entbehrlich, wenn die Hintergrundwerte nicht erreicht werden’.

Liegen demnach die Hintergrundwerte **über** den Vorsorgewerten, so sind diese Hintergrundwerte für die Bewertung des Entstehens der Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung heranzuziehen.

Die Hintergrundwerte dieser Veröffentlichung haben Übersichtscharakter, weshalb sich regional oder lokal durchaus abweichende Hintergrundwerte ergeben können.

Außerdem gelten die Hintergrundwerte für den Untergrund **nur** für das in etwa 1 Meter Tiefe ange-troffene Bodenausgangsgestein, d.h. für den oberflächennahen Untergrund. Aussagen für den tieferen Untergrund können mit diesen Hintergrundwerten nicht pauschal getroffen werden. Für geo-chemische Analysenwerte zu Gesteinen Bayerns sei auf LINHARDT UND ZARBOK 2005 verwiesen.

Besondere Aufmerksamkeit erhalten zudem jene Bodenausgangsgesteine der BAG500 und damit Gebiete, in denen die Hintergrundwerte die jeweiligen Vorsorgewerte überschreiten (siehe Kapitel 7). Nach § 12 Abs.10 BBodSchV ist in Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten, d.h. gegenüber dem Vorsorgewert erhöht, die Verlagerung von Bodenmaterial nur **innerhalb** dieser noch näher von den Kreisverwaltungsbehörden zu definierenden Gebiete möglich (siehe auch Nr. 5.1 Abs. 3 Satz 2 BayBodSchVwV).

4 Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der Grundlagendaten wurde die Software SPSS Version 15 verwendet. Dabei wurden Ausreißer über den 1,5 Interquartilabstand identifiziert und bei der Berechnung der statistischen Kenngrößen (Schiefe, Kurtosis, Minimum, Maximum, 10.-, 25.-, 50.-, 75.-, 90.-Perzentil) ausgeschlossen. Messwerte, die unterhalb der Nachweisgrenze lagen, wurden sowohl bei den anorganischen als auch bei den organischen Schadstoffen auf 0 gesetzt.

Die aufgeführten Hintergrundwerte entsprechen den Werten des 90.-Perzentils, d.h. 90 % aller Böden weisen niedrigere Gehalte auf. Das 90.-Perzentil wurde dem Maximalwert des Datenkollektivs vorgezogen, da oftmals der Maximalwert auf anthropogene Zusatzbelastungen zurückzuführen ist. Dieser anthropogene Anteil, der über eine ubiquitäre, diffuse Belastung hinausgehen kann, ist aber vom geogenen Grundgehalt nur sehr aufwendig zu unterscheiden. Der Wert des 90.-Perzentils stellt somit einen gewissen Sicherheitsspielraum dar und ist mit einem Stichprobenumfang von $n \geq 20$ statistisch hinreichend abgesichert (LABO, 2003). Daneben erfolgte auch eine Hintergrundwertermittlung bei einem statistisch weniger gut abgesichertem Stichprobenumfang von $10 \leq n < 20$. Diese Hintergrundwerte sind in den Tabellen gesondert gekennzeichnet.

5 Hinweise zum Gebrauch von Tabellenwerk und Karte

Da Hintergrundwerte auch nach Bodenausgangsgesteinen differenziert werden, wurde zu diesem Zweck zur räumlichen Veranschaulichung eine Karte der Bodenausgangsgesteine von Bayern im Maßstab 1:500 000 (BAG500) erstellt. Diese Karte, die ebenfalls als PDF auf der LfU-Seite (<http://www.lfu.bayern.de>) unter der Rubrik Boden/Bodenschutz zu den Hintergrundwerten heruntergeladen werden kann, ist unabdingbare Grundlage für den Einstieg in das umfangreiche Tabellenwerk zu den Hintergrundwerten der einzelnen Elemente.

Die einzelnen Spalten des Tabellenwerkes bedeuten:

- BAG: Legendeneinheit in der BAG500 (Beschreibung von Bodenausgangsgesteinen).
- BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart: Eine BAG-Legendeneinheit kann mehrere (Substrat-)Untereinheiten haben. Die Hintergrundwerte gelten nur für diese Untereinheit. Zusätzlich wurde die vorherrschende Bodenart angegeben.

Die BAG-Untereinheiten enthalten für die Substrate teilweise qualitative Mengenangaben, die sich mit folgenden Prozentstufen näher beschreiben lassen (Tabelle 4):

Tab. 4: Prozentangaben der qualitativen Mengenangaben.

Spuren	0 – 4 %
gering	5 – 14 %
untergeordnet	15 – 29 %
reich	30 – 59 %
überwiegend	60 – 79 %
dominierend	80 – 99 %
ausschließlich	100 %

- Nutzung: Es werden die Nutzungen Forst und Acker/Grünland unterschieden.
- Horizont: Es werden die Horizontgruppen Oberboden, Unterboden und Untergrund unterschieden.
- Element: Hintergrundwerte für die Elemente Arsen (As), Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Quecksilber (Hg), Molybdän (Mo), Nickel (Ni), Blei (Pb), Antimon (Sb), Selen (Se), Zinn (Sn), Thallium (Tl), Vanadium (V) und Zink (Zn) in mg/kg Trockensubstanz.

Die Tabellen wurden nach den wichtigsten Standortkundlichen Landschaftseinheiten von Bayern (WITTMANN, 1991) gegliedert und in ihrer farblichen Gestaltung in Zusammenhang mit der Karte der Bodenausgangsgesteine gebracht.

Folgende Vorgehensweise zum Auffinden der Hintergrundwerte wird empfohlen:

1. Zunächst wird auf der BAG500-Karte der entsprechende mit Horizont- und Substratangaben beschriebenen Standort verortet, zu dem Bodenanalysen im Königswasser-Extrakt vorliegen.
2. Auf der Karte wird die relevante BAG-Legendeneinheit ermittelt und im Tabellenwerk entsprechend der Legendeneinheit die dazugehörige Tabelle gesucht.

3. Der Profilbeschrieb (Horizont-/Substratbeschrieb sowie daraus die Zuordnung zu einer Horizontgruppe) wird mit der Beschreibung der BAG-Einheit bzw. der BAG-Untereinheit verglichen. Falls überhaupt keine Übereinstimmung des Profilbeschriebes mit der zunächst ermittelten BAG-Einheit feststellbar sein sollte, sind auf der Karte die BAG-Einheiten und deren Untereinheiten in der angrenzenden Umgebung abzuprüfen.
4. Abschließend ist entsprechend der Nutzung und der Horizontgruppe der Hintergrundwert für das relevante Element zu suchen.

Für folgende Bodenausgangsgesteine konnten auf Grund des zu geringen Stichprobenumfanges bei der Hintergrundwertermittlung derzeit keine Hintergrundwerte angegeben werden:

Tab. 5: Bodenausgangsgesteine mit derzeit fehlenden Hintergrundwerten.

61f	Ton- und Sandstein, Konglomerat, Fanglomerat, untergeordnet Vulkanite (Rotliegend)
54a	Riesseesedimente (Kalkstein, Mergelstein, Ton(stein)) (Tertiär)
54b	Riesauswurfmassen mit Lößlehm und Residuallehm/-ton (Alblehm) (Tertiär)
63a	Sand (Monheimer Höhensand) (Tertiär)
10a-w	Sandige bis schluffige Auensedimente der Wörnitz (Quartär)
7	Hochmoortorf (Holozän)

Es werden **zwei** Kategorien von Hintergrundwerten in den Tabellen dargestellt:

1. Werte mit einer statistischen Absicherung von $n \geq 20$ konform mit den derzeit wissenschaftlich anerkannten und häufig angewandten Vorgaben der LABO (2003) und für den Vollzug **maßgeblich** in der Beurteilung. Diese Hintergrundwerte stehen in den Tabellen stets rechtsbündig.
2. Werte mit einer schwächeren statistischen Absicherung von lediglich $10 \leq n < 20$. Diese Hintergrundwerte stehen *linksbündig und in kursiv*.

In den Tabellen sind zudem die **Hintergrundwerte** grün hervorgehoben, die den Vorsorgewert nach Anhang 2 BBodSchV **überschreiten**. Bei der Ermittlung der Überschreitung wurde bei Spannen von Bodenarten-Hauptgruppen die jeweils empfindlichere Bodenarten-Hauptgruppe herangezogen. Zur groben Einordnung des pH-Wertes, der bei der Einschätzung für die Elemente Cd, Ni, Pb und Zn notwendig ist, wurde folgendes Schema verwendet:

- carbonat- bzw. mergelhaltige Substrate, Löß → höherer Vorsorgewert.
- nicht carbonathaltige bzw. sandige bzw. saure Substrate, Lößlehm → niedrigerer Vorsorgewert.

6 Hintergrundwerte anorganischer Schadstoffe

In das folgende Tabellenwerk sind neben den Daten aus dem Projekt 'GRABEN' auch bereits vorhandene Daten aus dem Bodeninformationssystem Bayern (BISBY) eingeflossen. Den Hintergrundwerten liegen Analysen im Königswasser-Extrakt (DIN ISO 11466) oder umgerechnete Totalgehalte (Ad-Hoc-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005) zugrunde.

Nordwestbayerisches Schichtstufenland und Bruchschollengebiete

(Alle Angaben in mg/kg Trockensubstanz; grün hervorgehoben sind Hintergrundwerteüberschreitungen gegenüber dem Vorsorgewert)

BAG-Einheit 31 Flug- und Terrassensand (Einheit auch in anderen Gebieten vorkommend)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
31	Flugsand (ausschließlich), nicht karbonathaltig	S	Forst	Oberböden	0,14	2,2	12	10	0,09		4,9	31					18	24
	Flugsand mit unterschiedlichen Beimengungen	S	Forst	Oberböden	0,13	12	21	10			13	46					25	26
	Terrassensand, z.T. mit Löß und Lößlehm	S	Forst	Oberböden	0,17	2	12	5,3			3,2	41					12	21
	Flugsand (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	S	Forst	Unterböden	4,5	0,13	13	15	0,03	0,50	8,2	15	0,17	0,29	2,6	0,24	25	25
	Terrassensand, z.T. mit Löß und Lößlehm	S	Forst	Unterböden	0,02	3,2	12	8,4			5,7	49					11	27
	Flug- und Terrassensande	S	Acker, Grünland	Oberböden	0,39	8,8	27	15	0,10		27	46					33	70
	Flug- und Terrassensande	S	Acker, Grünland	Unterböden	21	0,16	11	30	0,07	0,51	30	23	0,56		2	0,33	36	65
	Flugsand	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	4,4	0,13	3,6	17	0,04	0,50	11	16	0,31	0,25	2,4	0,31	27	28
	Terrassensande	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	0,19	4	15	10			22	15					26	41

BAG-Einheit 42a Löß und Lößlehm über mesozoischen Sedimentgesteinen; im Rieskrater über tertiären Seesedimenten

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
42a	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Oberböden	11	0,23	18	44	0,18	0,86	29	63	5,20	0,56	2,2	1	45	65
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Unterböden	12	0,20	20	55	0,08	0,52	47	31	5,10	0,28	2,1	1	59	64
	Löß und Lößlehm (dominierend-überwiegend) mit Sanden aus Unterem Keuper und Buntsandstein (reich-gering), nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Unterböden		0,06	13	48	22		27	24					50	58
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	18	0,21	17	54	0,08	0,59	37	30	0,56	0,92		0,35	59	71
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland	Unterböden	22	0,17	15	59	0,05	0,56	48	27	0,83		2,6	0,57	64	73
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	12	0,17	16	52	0,04	0,54	47	20	0,69	0,94	2,1	0,39	66	66

BAG-Einheit 49b

Kalk- und Dolomitstein, Kalkmergelstein, Mergel- und Tonstein (teilweise unter Residuallehm)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
49b	Muschelkalk bzw. Unterer Keuperverwitterung (schluffig-tonig)	L/U - T	Forst	Oberböden		0,88	23	71	46			72	78					82	151
	Muschelkalk bzw. Unterer Keuperverwitterung (schluffig-tonig)	L/U - T	Forst	Unterböden		0,35	24	82	51			87	40					70	110
	Muschelkalk bzw. Unterer Keuperverwitterung (schluffig-tonig), karbonathaltig	L/U - T	Acker, Grünland	Oberböden	13	0,46	20	62	47	0,10	0,96	83	42	0,75	0,37	2,8	0,42	86	106
	Muschelkalk bzw. Unterer Keuperverwitterung (schluffig-tonig), nicht karbonathaltig	L/U - T	Acker, Grünland	Oberböden	18	0,40	27	78	47	0,11	1	68	43	5,20	0,28	2,4	1	85	96
	Muschelkalk bzw. Unterer Keuperverwitterung (schluffig-tonig)	L/U - T	Acker, Grünland	Unterböden	20	0,26	19	82	48	0,10	0,92	74	43	5,20	1,30	3	1	84	85
	Mergel aus Unterem Keuper und Muschelkalk (ausschließlich), karbonathaltig	T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	12	0,20	22	70	43	0,08	1,10	94	27	0,65	0,26	2,1	0,46	76	54
	Verwitterungslehm und Schluffe und Lehme aus Unterem Keuper und Muschelkalk (ausschließlich)	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	17	0,20	28	101	62	0,08	1,30	110	33	5,30	0,26	2,2	1,10	89	64

BAG-Einheit 51

Ton-, Schluff-, Mergel-, Sand- und Dolomitstein, Kalkstein

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
51	schluffig-lehmige sowie tonige Substrate aus Keuper, Lias und Dogger	L/U + T	Forst	Oberböden	30	0,27	16	41	21	0,30	0,99	27	91	1,40		4,1	0,78	59	102
	Schluffe und Lehme	L/U	Forst	Unterböden	20	0,24	27	61	26	0,10		36	35				91	77	
	Ton (ausschließlich), nicht karbonathaltig	T	Forst	Unterböden	21	0,15	21	65	27	0,06	0,55	55	50	0,62		3,7	1,60	96	87
	Ton mit verschiedenen Beimengungen	T	Forst	Unterböden	32	0,17	24	59	27			46	29					78	88
	Mergel	T	Acker, Grünland	Oberböden	23	0,91	27	65	44	0,12		128	97					81	139
	Schluffe und Lehme, nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	28	0,49	34	80	48	0,13	0,82	81	76	5,20			1,20	97	132
	Tone, nicht karbonathaltig	T	Acker, Grünland	Oberböden	35	0,43	25	56	37	0,10	3,70	66	49	0,57	0,64		1,40	96	124
	Mergel (ausschließlich), karbonathaltig	T	Acker, Grünland	Unterböden		0,22	28	72	54			137	48					100	111
	Schluffe und Lehme sowie Verwitterungslehm (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löß und Lößlehm (reich-untergeordnet)	L/U	Acker, Grünland	Unterböden	25	0,27	26	87	38	0,07		114	57					124	96
	Tone, nicht karbonathaltig	T	Acker, Grünland	Unterböden	39	0,28	29	76	38	0,08		97	45	5,30		2,9		117	101
	Mergel (ausschließlich), karbonathaltig	T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	11	0,23	24	50	37	0,05	0,52	78	54	0,63	0,38	2,6	0,65	74	109
	Schluffe und Lehme sowie Verwitterungslehme, nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,14	24	79	20			52	25					88	100
	Ton, karbonathaltig	T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	37	0,36	27	72	38	0,14		101	97					101	123
	Ton, nicht karbonathaltig	T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	32	0,17	24	82	36	0,06	0,66	88	34	0,53	0,40	3,4	1,20	102	136

BAG-Einheit 61c

Sandstein, untergeordnet Sandstein-Tonstein-Wechselfolgen

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn	
61c	Sande, nicht karbonathaltig mit Beimengungen	S	Forst	Oberböden	4,3	0,17	3,1	20	10	0,12	0,51	8	47	0,59	0,25	2,1	0,30	21	36	
	Sande, nicht karbonathaltig	S	Forst	Oberböden	6,1	0,14	2,5	11	10	0,07	0,51	7,4	37	0,44	0,25	2	0,25	18	30	
	Schluffe, Lehme und Tone	L/U + T	Forst	Oberböden			6,9						50							
	Sande (ausschließlich), nicht karbonathaltig	S	Forst	Unterböden	6,8	0,14	4	14	10	0,04	0,50	10	22	0,14	0,25	2	0,18	20	31	
	Sande, nicht karbonathaltig mit Beimengungen	S	Forst	Unterböden	3,9	0,14	8,8	24	10	0,04	0,51	10	27	0,24	0,25	3,2	1	28	37	
	Schluffe und Lehme aus Sandsteinkeuper (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Unterböden	9	0,18	13	51	15	0,04	0,51	28	20	5,20	0,26	2,3	1	55	55	
	Tone aus Sandsteinkeuper (ausschließlich), nicht karbonathaltig	T	Forst	Unterböden		0,17	21	50	22			42	25					69	147	
	Sande aus (Sandstein)keuper und Bruchscholle, nicht karbonathaltig	S	Acker, Grünland	Oberböden	5,5	0,24	7,2	28	15	0,09	0,51	9,3	38	0,49	0,26	2	0,28	42	68	
	Schluffe, Lehme sowie Tone aus (Sandstein)keuper und Bruchscholle	L/U + T	Acker, Grünland	Oberböden	16	0,17	16	39	15	0,13	0,51	33	31	0,50	0,26	2,2	1,20	64	71	
	Sande (ausschließlich-reich), nicht karbonathaltig, z.T. mit Löß und Lößlehm (reich-gering)	S	Acker, Grünland	Unterböden	3,7	0,14	9,9	17	10	0,04	0,51	12	25	0,18	0,42	2	0,26	32	46	
	Schluffe und Lehme sowie Tone aus (Sandstein)keuper und Bruchscholle	L/U + T	Acker, Grünland	Unterböden	9,8	0,18	15	50	16	0,05	0,52	32	26	5,20	0,26	2,1	1,20	63	101	
	Sande, nicht karbonathaltig	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	2,5	0,14	5,7	20	12	0,03	0,50	10	23	0,14	0,28		2	0,26	32	47
	Schluffe und Lehme, nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	9,8	0,18	12	49	17	0,04	0,51	31	21	5,20	0,26	2,1		1	59	109
	Tone	T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	11	0,16	16	65	18	0,04	0,53	36	17	0,45	0,26	3,5	1,30		76	143

BAG-Einheit 61d

Sandstein, selten Tonstein

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
61d	Sande aus Buntsandstein (dominierend), nicht karbonathaltig mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-gering)	S	Forst	Oberböden		0,17	2,5	21	12			7,2	82					25	37
	Sande aus Buntsandstein (ausschließlich), nicht karbonathaltig	S	Forst	Oberböden		0,16	2,7	12	10			7,2	63						55
	Sande aus Buntsandstein (ausschließlich), nicht karbonathaltig	S	Forst	Unterböden		0,13	8,9	25	13			15	24				33		37
	Sande aus Buntsandstein (dominierend), nicht karbonathaltig mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	S	Forst	Unterböden		0,05	6,7	22	17			9,8	25			2		26	37
	Sande aus Buntsandstein (ausschließlich), nicht karbonathaltig	S	Acker, Grünland, Forst	Unterböden	3,5	0,14	6,2	21	10	0,04	0,50	12	18	0,38	0,25	2	0,34	28	31
	Verwitterungslehm und Schluffe und Lehme aus Buntsandstein (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Sanden aus Buntsandstein (untergeordnet), nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Unterböden	13	0,18	18	62	10	0,04	0,51	48	15	5,20	0,26	2,1	1	71	69

Fränkische und Schwäbische Alb

(Alle Angaben in mg/kg Trockensubstanz; grün hervorgehoben sind Hintergrundwerteüberschreitungen gegenüber dem Vorsorgewert)

BAG-Einheit 49a Kalk- und Dolomitstein, Kalkmergelstein, Mergelstein (teilweise unter Residuallehm)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
49a	Malmverwitterung (schluffig-tonig), karbonathaltig	L/U – T	Forst		2,10		61	29			77	88					82	268
	Malmverwitterung (schluffig-tonig), nicht karbonathaltig	L/U – T	Forst	21	1,30	26	55	37	0,21		86	78	1,60				75	192
	Malmverwitterung (schluffig-tonig), karbonathaltig	L/U – T	Forst				79	33			112	55						
	Malmverwitterung (schluffig-tonig), nicht karbonathaltig	L/U – T	Forst		1,30	46	77	33	0,15		66	43					97	227
	Residualton, nicht karbonathaltig (ausschließlich)	T	Forst		0,53	20	73	35	0,20		103	44					92	185
	Malmverwitterung (schluffig-tonig)	L/U – T	Acker, Grünland	17	0,80	23	67	32	0,18		74	55					74	128
	Malmverwitterung (schluffig-tonig), karbonathaltig	L/U – T	Acker, Grünland				86	51			201	46						
	Malmverwitterung (schluffig-tonig), nicht karbonathaltig	L/U – T	Acker, Grünland		0,68	27	81	46	0,28		128	36					108	139
	Malmverwitterung (schluffig-tonig), karbonathaltig	L/U – T	Acker, Grünland, Forst	20	0,67	15	44	27	0,14	0,55	55	21	0,38	0,28	2,1	0,55	59	118
	Malmverwitterung (sandig), karbonathaltig	S	Acker, Grünland, Forst	7,3	0,57	17	31	14	0,12	0,51	42	21			2	0,34	46	94
	Malmverwitterung (schluffig-tonig), nicht karbonathaltig	L/U - T	Acker, Grünland, Forst		0,79	23	72	34			175	39					99	127

BAG-Einheit 50 Residuallehm/-ton (Alblehm), Lösslehm

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
50	Löss und Lösslehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Forst	14	0,23	17	41	15	0,32		23	65					45	66
	Löss und Lösslehm (ausschließlich)	L/U	Forst	13	0,17	23	48	19	0,08		43	36					57	79
	Residualton	T	Forst		0,86	20	67	46			114	37						164
	Verwitterungslehm (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löss und Lösslehm (reich-untergeordnet)	L/U	Forst		0,71	26	61	28			69	35					75	89
	Löss und Lösslehm (ausschließlich)	L/U	Acker, Grünland		0,41	20	45	20			35	46					56	92
	Löss und Lösslehm (dominierend-reich) mit Residualton (reich-untergeordnet)	L/U	Acker, Grünland		0,73	25	48	35			87	51					64	144
	Löss und Lösslehm mit Verwitterungslehm	L/U	Acker, Grünland		0,69	27	56	21	0,12		39	49					72	101
	Verwitterungslehm (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löss und Lösslehm (reich-gering)	L/U	Acker, Grünland		1,20		59	23			68	41					90	154
	Löss und Lösslehm (ausschließlich)	L/U	Acker, Grünland		0,28	18	47	30			54	39					64	90
	Löss und Lösslehm (dominierend-überwiegend) mit Residualton (reich-untergeordnet) und teilweise Sanden (gering)	L/U	Acker, Grünland		0,77	22	61	39			93	42						146
	Residualton (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löss und Lösslehm (reich-untergeordnet)	T	Acker, Grünland		1,30	28	73	60	0,34		137	43					82	240
	Sande aus Malm	S	Acker, Grünland, Forst		0,49		41	15			44							

BAG-Einheit 61b

Sand und Sandstein, untergeordnet Tonstein, z.T. mit Löß(leh) und Residuallehm/-ton (Ablehm); (Einheit auch im Bruchschollengebiet vorkommend)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
61b	Sande aus Kreide (ausschließlich-überwiegend), nicht karbonathaltig, z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	S	Forst	Oberböden	6	0,15	2,5	17	10	0,09	6,7	35					18	32
	Schluffe und Lehme sowie Verwitterungslehm (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	L/U	Forst	Oberböden		0,28		33	11		12	44					44	64
	Sande aus Kreide (ausschließlich-dominierend), nicht karbonathaltig, z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-gering)	S	Forst	Unterböden	5,9	0,15	4,1	16	10	0,04	7	17					18	27
	Schluffe und Lehme sowie Verwitterungslehme (ausschließlich-dominierend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-gering)	L/U	Forst	Unterböden	18	0,29	21	50	19	0,10	43	27					64	75
	Sande	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	8,1	0,14	4,9	29	15		12	20					29	28

BAG-Einheit 63e

Sandstein, z.T. mit Flugsandüberdeckung

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
63e	Sande	S	Forst	Oberböden	15	0,20	4	33	10	0,20	12	38					30	44
	Sande mit Beimengungen	S	Forst	Oberböden		0,17	4,7	35	12		13	56					40	41
	Sande, z.T. mit Löß und Lößlehm	S	Forst	Unterböden	24	0,12	17	34	10	0,05	14	24					43	42
	Sande (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löß und Lößlehm (reich-gering)	S	Acker, Grünland	Oberböden		0,17	21	50	22	0,13	39	31					60	70
	Sande	S	Acker, Grünland	Unterböden		0,17	17	46	18		31	25					70	40
	Sande	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	16	0,13	12	37	12	0,04	37	13			2		75	49

Grundgebirge

(Alle Angaben in mg/kg Trockensubstanz; grün hervorgehoben sind Hintergrundwerteüberschreitungen gegenüber dem Vorsorgewert)

BAG-Einheit 53 Amphibolit, Serpentin, Diabas, Basalt, Gabbro und andere Metabasite und Basite, z.T. mit Löss und Lösslehm; im Gebiet der Rhön z.T. mit mesozoischer Überdeckung

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
53	Löss und Lösslehm	L/U	Forst	Oberböden	0,57			53			270	98					90	141
	Verwitterungsprodukte aus basischen und ultrabasischen Gesteinen	L/U	Forst	Oberböden	0,38	34	216	36			163	75					118	141
	Löss und Lösslehm mit basischen und ultrabasischen Gesteinen	L/U	Forst	Unterböden	0,22			41			227	30					95	110
	Verwitterungsprodukte aus basischen und ultrabasischen Gesteinen	L/U	Forst	Unterböden	0,27	34	140	54			201	30					101	116
	Verwitterungsprodukte basischer und ultrabasischer Gesteine	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	0,44	81	331	63	0,18		192	33					166	145
	Verwitterungsprodukte basischer und ultrabasischer Gesteine	L/U	Acker, Grünland	Unterböden	16	0,21	97	303	80	0,05	0,66	237	21	0,49	0,27	2,1	163	133
	Verwitterungsprodukte basischer und ultrabasischer Gesteine	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,21	41	70	58	0,06		214	33				103	124

BAG-Einheit 55 Gneis, Migmatit, untergeordnet Glimmerschiefer, z.T. mit Löss und Lösslehm

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
55	Gneis (überwiegend-reich) mit Löß und Lößlehm (reich)	L/U	Forst	Oberböden		0,30	8,2	42	19			26	102					58	91
	Gneis, z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	S	Forst	Oberböden	18	0,22	13	59	28	0,25	0,70	33	80	2	1,10	4	0,64	85	109
	Gneis (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	S	Forst	Unterböden	9,4	0,17	21	55	35	0,12	0,79	46	29	0,90	0,71	2,8	0,58	86	117
	Gneis (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löß und Lößlehm (reich-Spuren)	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	7,8	0,30	20	75	34	0,11	0,69	43	47	0,65	0,30	3,1	1	87	130
	Gneis (ausschließlich-dominierend) mit Löß und Lößlehm (Spuren-gering, untergeordnet)	S	Acker, Grünland	Unterböden	8,4	0,17	25	70	38	0,05	0,59	49	28	5,10	0,26	2	1	95	123
	Gneis (ausschließlich-dominierend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	8,9	0,17	27	72	46	0,04	0,83	57	25	0,17	0,61	2,1	1	99	130

BAG-Einheit 56

Granit, untergeordnet Granodiorit, Redwitzit, z.T. mit Löß und Lößlehm

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
56	Granit (ausschließlich-überwiegend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	S	Forst	Oberböden	22	0,21	6	19	11	0,15	0,64	11	80	5,20	0,61	8,6	1	36	81
	Granit, z.T. mit Löß und Lößlehm (gering-untergeordnet)	S	Forst	Unterböden	8,6	0,17	12	26	14	0,08	0,51	16	43	5,10	0,32	9,2	1,1	47	96
	Granit (ausschließlich-dominierend) mit Löß und Lößlehm (gering-untergeordnet)	S	Acker, Grünland	Oberböden	11	0,25	12	36	17	0,17		16	51			6	1	43	115
	Granit (ausschließlich-dominierend) mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-gering)	S	Acker, Grünland	Unterböden	8,9	0,17	11	46	18	0,06	0,63	25	36	0,34	0,26	3,4	1	59	125
	Granit (ausschließlich-dominierend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-Spuren)	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	6,9	0,17	12	22	13	0,04	0,51	15	34	5,10	0,26	6,6	1	41	113

BAG-Einheit 59

Phyllit, Glimmerschiefer, Ton- und Sandstein, Grauwacke, Konglomerat, Quarzit, Tonschiefer, untergeordnet Vulkanite, z.T. mit Löß und Lößlehm

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
59	Glimmerschiefer, Phyllit und Tonschieferzersatz	L/U	Forst	Oberböden	45	0,17	12	51	27	0,27	1,10	29	95	2,7	0,90	4,1	0,57	77	105
	Löß und Lößlehm	L/U	Forst	Oberböden		0,30	3,9	43	16			17	121					60	57
	Quarzit, Grauwacke	L/U	Forst	Oberböden		0,28	8	47	15			24	94					61	73
	Glimmerschiefer, Phyllit und Tonschieferzersatz	L/U	Forst	Unterböden	35	0,17	21	51	33	0,16	0,80	45	43	1,8	0,80	2,1	0,69	70	143
	Grauwacke, Quarzit	L/U	Forst	Unterböden		0,16	12	53	27	0,11		34	34					66	94
	Löß und Lößlehm	L/U	Forst	Unterböden		0,17	12	53	30			42	47					89	79
	Glimmerschiefer, Phyllit und Tonschieferzersatz	L/U	Acker, Grünland	Unterböden		0,60	28	57	50			58	33						138
	Glimmerschiefer, Phyllit und Tonschieferzersatz	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	48	0,22	28	48	45	0,21	0,98	62	42	2	0,56	2	1	72	131
	Quarzit, Grauwacke	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,18	26	57	46	0,16		46	28					82	116

BAG-Einheit 61e

Ton, Schluff, Sand, Kies (Einheit auch in anderen Gebieten vorkommend)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
61e	tertiäre Sande und Schluffe	S + L/U	Forst	Oberböden	0,24		27				11							40
	tertiäre Sande und Schluffe	S + L/U	Forst	Unterböden	0,14		44	16			22	35					57	49
	tertiäre Sande und Schluffe	S + L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	0,22	22	45	19			31	32					66	90

Tertiärhügelland

(Alle Angaben in mg/kg Trockensubstanz; grün hervorgehoben sind Hintergrundwerteüberschreitungen gegenüber dem Vorsorgewert)

BAG-Einheit 18 Sand, z.T. kiesig, untergeordnet mit Mergel- und Tonlagen; im Gebiet der Iller-Lech-Platte Deckenschotter (Einheit auch im Alpenvorland vorkommend)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
18	Sande (ausschließlich-dominierend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-gering), nicht karbonathaltig	S	Forst	Oberböden		0,10	5,2	21	6,8	0,17		7,6	18					27	35
	Sande (ausschließlich-dominierend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-gering), nicht karbonathaltig	S	Forst	Unterböden	12	0,05	18	24	7,5	0,07		17	12					27	36
	Schluffe und Lehme (ausschließlich-dominierend), z.T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet-gering), nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Unterböden		0,16	24	43	27			38	20					63	74
	Tertiäre Sande	S	Acker, Grünland	Oberböden	13	0,17	10	36	17	0,11		23	20					47	63
	Tertiäre Schluffe und Lehme	L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,24		66	24	0,07		37	29						89
	Tertiäre Sande, nicht karbonathaltig	S	Acker, Grünland	Unterböden	17	0,21	16	35	20	0,04		35	16					50	58
	Tertiäre Schluffe und Lehme, nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland	Unterböden	20	0,15	21	54	25	0,07	0,52	45	25	0,90	0,26	2,1	0,34	67	80
	Tertiäre Sande, nicht karbonathaltig	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	13	0,13	11	28	14	0,04	0,51	27	12	0,37	0,25	2	0,17	33	53
	Tertiäre Schluffe, Lehme und Tone, karbonathaltig	L/U – T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund				51	47				25						
Tertiäre Schluffe und Lehme, nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	19	0,14	23	55	33	0,08	0,52	53	24	1,1	0,26	2,1	0,32	71	96	

BAG-Einheit 42b Löß und Lößlehm über tertiären Lockersedimenten, selten über Juragestein und Riesauswurfmasse

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
42b	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Oberböden	11	0,15	13	34	13	0,24	0,69	17	48	0,95	0,49	2,1	0,30	43	46
	Löß und Lößlehm mit sandiger bis schluffig-lehmiger Beimengung	L/U	Forst	Oberböden	15	0,14	17	29	13	0,26		17	46	0,96	0,35		0,26	36	44
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Unterböden	14	0,14	18	47	20	0,07	0,51	34	23	0,58	0,26	2,1	0,37	59	64
	Löß und Lößlehm mit sandigen und schluffig-lehmigen Beimengungen	L/U	Forst	Unterböden	17	0,14	20	43	23	0,08	0,60	38	24	0,71	0,37	2,1	0,36	58	69
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	13	0,27	17	46	22	0,10	0,54	33	28	0,64	0,26	2,1	0,29	64	79
	Löß und Lößlehm (dominierend-überwiegend) mit Sanden, z.T. auch Flugsanden (untergeordnet-gering), nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,22	18	49	37			39	34					66	107
	Löß und Lößlehm (dominierend-überwiegend) mit Verwitterungslehm bzw. Schluffe und Lehme (reich-untergeordnet)	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	14	0,32	17	48	23	0,14	0,52	36	32	1,10	0,26	2,1	0,30	65	89
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland	Unterböden	17	0,18	18	56	26	0,07	0,52	46	24	0,62	0,26	2,1	0,42	70	87
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	12	0,22	13	35	16	0,04	0,51	28	15	0,43	0,26	2	0,31	49	51
	Löß und Lößlehm (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,20		61	26	0,09		48	29					80	84

Alpen und Alpenvorland

(Alle Angaben in mg/kg Trockensubstanz; grün hervorgehoben sind Hintergrundwerteüberschreitungen gegenüber dem Vorsorgewert)

BAG-Einheit 14

Carbonatreiche Schotter, meist mit Hochflutlehm

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn	
14	Löß und Lößlehm	L/U	Forst	Oberböden		0,28	9,5	42	13			33	62					51	71	
	Löß und Lößlehm	L/U	Forst	Unterböden		0,16	13	41	16			30	20					50	64	
	Schottermatrix	L/U	Forst	Unterböden		0,34	25	43	28			42	30					63	75	
	Hochflutlehm	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	47	0,44	14	64	21	0,15		41	38				0,35	125	95	
	Löß und Lößlehm	L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,55	13	45	26			35	35					77	94	
	Schottermatrix	L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,45	12	49	24			36	36					78	92	
	Hochflutlehm	L/U	Acker, Grünland	Unterböden		0,28		50	24	0,07		42	26						71	
	Schottermatrix	L/U	Acker, Grünland	Unterböden	13	0,28	11		33	24	0,09		36	21				0,27	60	77
	Schottermatrix (ausschließlich), karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	8,4	0,20	5,9	23	17	0,06	0,85		22	13	0,28	0,25	2	0,25	28	41
	Schottermatrix, nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,18	17	55	28	0,11		48	21					82	78	

BAG-Einheit 21

Geschiebelehm und -mergel (Moränenmaterial), z.T. mit Löß und Lößlehm

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
21	Löß und Lößlehm	L/U	Forst	Oberböden		0,19	11	38	16		18	62					44	54
	Moränenmatrix, nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Oberböden		0,27	15	39	16		27	86					60	73
	Löß und Lößlehm	L/U	Forst	Unterböden		0,14	15	44	22		30	26			2,2		54	70
	Moränenmatrix, nicht karbonathaltig	L/U	Forst	Unterböden		0,30	16	43	25		44	30					55	74
	Löß und Lößlehm	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	14	0,64	16	45	32	0,23	39	45	1,10	0,72	2,1	0,33	79	105
	Moränenmaterial	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	15	0,58	15	58	29	0,23	40	43	1,50	0,41	3,1	0,43	81	122
	Löß und Lößlehm	L/U	Acker, Grünland	Unterböden	17	0,19	24	66	36	0,09	47	25	0,88	0,26	2,1	0,32	67	87
	Moränenmaterial, nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland	Unterböden	16	0,26	18	53	36	0,13	55	27	0,98	0,26	2,1	0,33	70	86
	Moränenmatrix (ausschließlich), karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	9,4	0,26	11	37	23	0,10	38	17	0,53	0,26	2,1	0,24	49	58
	Moränenmatrix (ausschließlich), nicht karbonathaltig	L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,22	16	42	22		45	23					64	86

BAG-Einheit 52a Ton- und Mergelstein, (Kalk)-Sandstein, Konglomerat

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
52a	Schluffig, lehmige bis tonige Substrate aus Flysch und Faltenmo- lasse	L/U – T	Forst	Oberböden		0,52	13	54	20			40	83					56	118
	Schluffig, lehmige bis tonige Substrate aus Flysch und Faltenmo- lasse	L/U – T	Forst	Unterböden		0,17	18	59	31			63	27					69	98
	Schluffig, lehmige bis tonige Substrate aus Flysch und Faltenmo- lasse	L/U – T	Acker, Grünland	Oberböden		0,47	15	58	18			41	48					90	125
	Schluffig, lehmige bis tonige Substrate aus Flysch und Faltenmo- lasse	L/U – T	Acker, Grünland	Unterböden		0,38	20	66	35			47	26					87	104
	Schluffig, lehmige bis tonige Substrate aus Flysch und Faltenmo- lasse	L/U – T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,36	19	55	46			79	26					71	120

BAG-Einheit 68 Kalkstein, Dolomitstein, Kalkmergelstein, Mergel, Konglomerat, Sandstein, Kieselkalk und andere alpine Gesteine und deren Gesteinsschutt sowie inneralpiner

Geschiebelehm, z.T mit Löß und Lößlehm

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
68	Löß und Lößlehm	L/U	Forst	Oberböden			14	50	19			41	112					72	140
	Schluffe und Lehme sowie Mergelverwitterung	L/U + T	Forst	Oberböden	35	0,82	21	48	22	0,27	1,7	43	98	3,6	1,2	5,8	0,89	67	133
	Löß und Lößlehm	L/U	Forst	Unterböden			19	62	22			64	96					92	141
	Schluffe und Lehme sowie Mergel	L/U + T	Forst	Unterböden		0,51	22	55	40			100	54					87	111
	Löß und Lößlehm	L/U	Acker, Grünland	Oberböden		1,60	19	51	28			51	110					88	144
	Schluffe und Lehme	L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,68	22	48	36			50	89					86	131
	Löß und Lößlehm	L/U	Acker, Grünland	Unterböden		1	28	62	42			79	59					89	151
	Schluffe und Lehme	L/U	Acker, Grünland	Unterböden		0,39	20	57	46			69	56					78	107
	Sande	S	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,40	2,9	22	11			13	27					41	72
	Schluffe und Lehme sowie Mergelverwitterung	L/U + T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	17	0,46	12	51	38	0,17	1,4	78	29	0,83	1,5	2,2	0,29	73	106

Grundwasserbeeinflusste Standorte

(Alle Angaben in mg/kg Trockensubstanz; grün hervorgehoben sind Hintergrundwerteüberschreitungen gegenüber dem Vorsorgewert)

BAG-Einheit 10a-g Sandige bis schluffige Auensedimente (Grundgebirgsaue)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
10a-g	Auenlehm (bis -ton), nicht karbonathaltig [i.w.S. Grundgebirgsauen]	L/U - T	Acker, Grünland	Oberböden	13	0,83	24	59	37	0,25		37	105					90	150
	Auensand (bis -schluff), nicht karbonathaltig [i.w.S. Grundgebirgsauen]	S – L/U	Acker, Grünland	Oberböden		1,50		68	66			62	90						243
	Auenlehm (bis -ton), nicht karbonathaltig [Grundgebirgsauen, Naab...]	L/U – T	Acker, Grünland	Unterböden	11	0,49	23	65	21	0,10	0,51	36	48	0,43	1,2	4	0,62	72	123
	Auensand (bis -schluff), nicht karbonathaltig [Grundgebirgsauen, Naabtal, Regental]	S – L/U	Acker, Grünland	Unterböden	11	0,64	20	71	41	0,09		55	94					63	143

BAG-Einheit 10a-m Sandige bis schluffige Auensedimente (Mainaue)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
10a-m	Auenlehm (bis -ton), nicht karbonathaltig [i.w.S. Mainaue]	L/U - T	Acker, Grünland	Oberböden		0,50	23	65	34			53	38					93	132
	Auenmergel und Auensand (bis -schluff), karbonathaltig [i.w.S. Mainaue]	T + S – L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,46		50	30			30	56						153
	Auensand (bis -schluff), nicht karbonathaltig [i.w.S. Mainaue]	S – L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,43		30	20			22	38						76
	Auenlehm (bis -ton), nicht karbonathaltig [i.w.S. Mainaue]	L/U – T	Acker, Grünland	Unterböden	14	0,32	25	67	31	0,08	0,72	59	31	5,4	1	3,8	1,1	83	116
	Auenmergel und -sand, karbonathaltig [i.w.S. Mainaue]	T + S	Acker, Grünland	Unterböden		0,57		69	60			44	79						167
	Auensand (bis -schluff), nicht karbonathaltig [i.w.S. Mainaue]	S – L/U	Acker, Grünland	Unterböden		0,25		20	16			21	27						76

BAG-Einheit 10a-r Sandige bis schluffige Auensedimente (Regnitzaue)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
10a-r	Auenlehm (bis -ton), nicht karbonathaltig [i.w.S. Regnitzaue]	L/U - T	Acker, Grünland	Oberböden		0,95		59	77			49	125					268
	Auensand (bis -schluff), nicht karbonathaltig [i.w.S. Regnitzaue]	S - L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,92		32	80			24	54					155
	Auenlehm (bis -ton), nicht karbonathaltig [i.w.S. Regnitzaue]	L/U - T	Acker, Grünland	Unterböden		0,70		58	51			59	86					140
	Auensand (bis -schluff), nicht karbonathaltig [i.w.S. Regnitzaue]	S - L/U	Acker, Grünland	Unterböden		0,46		18	42			18	46					109

BAG-Einheit 10b

Kalkhaltige, sandig-lehmige Auensedimente (Donauaue und ihre Alpenzuflüsse)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
10b	Auenmangel [Donau und südl. Donauzuflüsse]	T	Forst	Oberböden		0,33		43	27			31	24						81
	Auensand (bis -schluff), karbonathaltig [Donau und südl. Donauzuflüsse]	S – L/U	Forst	Oberböden		0,34		41	24			29	27						62
	Auenmangel [Donau und südl. Donauzuflüsse]	T	Forst	Unterböden		0,40		41	25			30	34						75
	Auenlehm (bis -ton) (ausschließlich-überwiegend), nicht karbonathaltig, z. T. mit Löß und Lößlehm (untergeordnet) [Donau und südl. Donauzuflüsse]	L/U – T	Acker, Grünland	Oberböden	31	0,40	15	54	31	0,19	0,77	38	41	1,30	0,75	4,5	0,49	75	95
	Auenmangel, karbonathaltig [Donau und südl. Donauzuflüsse]	T	Acker, Grünland	Oberböden	9,6	0,41	11	37	29	0,16		30	32					46	83
	Auensand (bis -schluff), karbonathaltig [Donau und südl. Donauzuflüsse]	S – L/U	Acker, Grünland	Oberböden		0,37		49	33			28	32						89
	Auenlehm (bis -ton), nicht karbonathaltig (Donau und südl. Donauzuflüsse)	L/U – T	Acker, Grünland	Unterböden	25	0,34	18	62	27	0,11	0,52	45	28	0,65	0,72	3,1	0,49	77	102
	Auenmangel [Donau und südl. Donauzuflüsse]	T	Acker, Grünland	Unterböden		0,30	18	34	19	0,11		31	23					52	74
	Auensand (bis -schluff), karbonathaltig [Donau und südl. Donauzuflüsse]	S – L/U	Acker, Grünland	Unterböden		0,22		40	29			25	28						62
	Auenmangel [Donau und südl. Donauzuflüsse]	T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,25	7	30	23	0,07		28	16					35	58
	Auensand (bis -schluff), karbonathaltig [Donau und südl. Donauzuflüsse]	S – L/U	Acker, Grünland, Forst	Untergrund		0,17	6,3	36	20			26	14					18	55

BAG-Einheit 13

Flussmangel, Hochflutlehm, Alm und anmoorige Bildungen, meist auf carbonatreichem Schotter sowie carbonatfreie Talablagerungen

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart		Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
13	Alm (Wiesenkalk)	L/U	Acker, Grünland	Oberböden	75	0,55		34	20	0,18		16	20				0,28		58
	Flussmergel (ausschließlich)	T	Acker, Grünland	Oberböden	86	0,72	9,5	48	31	0,23	0,89	35	30	1,10	1,1	3	0,25	81	75
	Flussmergel mit Beimengungen von Schottermatrix, Torf und Alm bzw. Almoocker	T	Acker, Grünland	Oberböden	84	0,66		45	21	0,21		24	27				0,26		54
	Alm und Almoocker	L/U	Acker, Grünland	Unterböden				32	17	0,12		19							
	Flussmergel	T	Acker, Grünland	Unterböden	17	0,32	19	44	30	0,17	0,60	36	26	0,65	1	2,7	0,31	77	63
	Flusssand	S	Acker, Grünland	Unterböden		0,20		30	17	0,05		25	15						37
	Flusssand und -mergel, karbonathaltig	S + T	Acker, Grünland, Forst	Untergrund	11	0,19	12	34	21	0,05		33	16					43	56

Moore

(Alle Angaben in mg/kg Trockensubstanz)

BAG-Einheit 6

Niedermoortorf, teilweise mit mineralischen Komponenten (Bodenmaterial überwiegend aus Freisinger/Erdinger Moos bzw. Winterrieder Moor)

Hintergrundwerte

BAG	BAG-Untereinheit und vorherrschende Bodenart	Nutzung	Horizont	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	V	Zn
6	Niedermoortorf, nicht karbonathaltig (ausschließlich)	-	Forst		0,83	3	7,5	21	0,46		7,6	116					44	70
	Niedermoortorf, nicht karbonathaltig (ausschließlich)	-	Forst					17			18	80						
	Niedermoortorf, karbonathaltig (ausschließlich)	-	Acker, Grünland	156	0,79		34	25	0,26		19	26				0,34		59
	Niedermoortorf, nicht karbonathaltig (ausschließlich)	-	Acker, Grünland	45	0,76	5,8	36	23	0,29		18	44				0,25	46	57
	Niedermoortorf, nicht karbonathaltig (ausschließlich)	-	Acker, Grünland	32	0,46	4,8	15	19	0,23		20	16			2,5	0,25	23	30
	Niedermoortorf, karbonathaltig (ausschließlich)	-	Acker, Grünland		0,64		39	19			39	12						

7 Vergleichende Übersicht Hintergrundwerte - Vorsorgewerte

Hintergrundwerte weichen für die Elemente Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb und Zn in den einzelnen BAG-Untereinheiten vom zugehörigen Vorsorgewert nach Anhang 2 BBodSchV zum Teil deutlich ab. In einer Auswertung wurde für alle Hintergrundwerte sowohl die Überschreitung, aus wissenschaftlichem Interesse aber auch die Unterschreitung vom jeweiligen Vorsorgewert ermittelt. Tabelle 6 fasst diese Auswertungen auf Ebene der BAG-Haupteinheit zusammen und zeigt auf, wie sich die Hintergrundwerte der Elemente **tendenziell** in Relation zum Vorsorgewert verhalten. Dabei bedeutet:

- Mindestens 75 % der Hintergrundwerte der BAG-Untereinheiten liegen höher als der Vorsorgewert nach Anhang 2 BBodSchV. Überschreiten die Hintergrundwerte den Vorsorgewert um mehr als das Doppelte, wird dies durch zwei grüne Punkte gekennzeichnet.
- Mindestens 75 % der Hintergrundwerte der BAG-Untereinheiten liegen niedriger als der Vorsorgewert.
- Es können keine eindeutigen Tendenzen der Hintergrundwerte der BAG-Untereinheiten gegenüber den Vorsorgewerten festgestellt werden.

Tab. 6: Tendenzielle Abweichungen der Hintergrundwerte der BAG-(Unter)Einheiten von Vorsorgewerten nach Anhang 2 der BBodSchV.

BAG	BAG-Haupteinheit	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
31	Flug- und Terrassensand (Einheit auch in anderen Gebieten vorkommend)	○	○	○	○	-	-	○
42a	Löß und Lößlehm über mesozoischen Sedimentgesteinen; im Rieskrater über tertiären Seesedimenten	○	○	○	○	●	○	-
49b	Kalk- und Dolomitstein, Kalkmergelstein, Mergel- und Tonstein (teilweise unter Residuallehm)	○	●	●	○	●	-	-
51	Ton-, Schluff-, Mergel-, Sand- und Dolomitstein, Kalkstein	○	○	○	○	●	○	○
61c	Sandstein, untergeordnet Sandstein-Tonstein-Wechselfolgen	○	○	○	○	-	○	-
61d	Sandstein, selten Tonstein	○	○	○	○	○	-	○
49a	Kalk- und Dolomitstein, Kalkmergelstein, Mergelstein (teilweise unter Residuallehm)	-	●	○	-	●●	-	●●
50	Residuallehm/-ton (Alblehm), Lößlehm	-	○	○	○	●	-	●
61b	Sand und Sandstein, untergeordnet Tonstein, z.T. mit Löß(lehm) und Residuallehm/-ton (Alblehm); (Einheit auch im Bruchschollengebiet vorkommend)	○	○	○	○	○	○	-
63e	Sandstein, z.T. mit Flugsandüberdeckung	○	●	○	-	-	○	○
53	Amphibolit, Serpentin, Diabas, Basalt, Gabbro und andere Metabasite und Basite, z.T. mit Löß und Lößlehm; im Gebiet der Rhön z.T. mit mesozoischer Überdeckung	○	●●	●	○	●●	○	●●
55	Gneis, Migmatit, untergeordnet Glimmerschiefer, z.T. mit Löß und Lößlehm	○	●	-	-	●●	-	●●
56	Granit, untergeordnet Granodiorit, Redwitz, z.T. mit Löß und Lößlehm	○	-	○	-	-	-	●
59	Phyllit, Glimmerschiefer, Ton- und Sandstein, Grauwacke, Konglomerat, Quarzit, Tonschiefer, untergeordnet Vulkanite, z.T. mit Löß und Lößlehm	○	○	○	○	●●	-	●
61e	Ton, Schluff, Sand, Kies (Einheit auch in anderen Gebieten vorkommend)	○	-	○	-	-	○	-
18	Sand, z.T. kiesig, untergeordnet mit Mergel- und Tonlagen; im Gebiet der Iller-Lech-Platte Deckenschotter (Einheit auch im Alpenvorland vorkommend)	○	○	○	○	●	○	-
42b	Löß und Lößlehm über tertiären Lockersedimenten, selten über Juragestein und Riesauswurfmasse	○	○	○	○	●	○	●
14	Carbonatreiche Schotter, meist mit Hochflutlehm	○	○	○	○	-	○	-

BAG	BAG-Haupteinheit	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
21	Geschiebelehm und -mergel (Moränenmaterial), z.T. mit Löß und Lößlehm	○	○	○	○	●	-	●
52a	Ton- und Mergelstein, (Kalk)-Sandstein, Konglomerat	○	○	○	-	-	○	○
68	Kalkstein, Dolomitstein, Kalkmergelstein, Mergel, Konglomerat, Sandstein, Kieselkalk und andere alpine Gesteine und deren Gesteinsschutt sowie inneralpiner Geschiebelehm, z.T. mit Löß und Lößlehm	○	○	-	○	●	-	-
10a-g	Sandige bis schluffige Auensedimente (Grundgebirgsaue)	●	●	-	-	●●	●	●●
10a-m	Sandige bis schluffige Auensedimente (Mainaue)	-	-	○	○	-	○	●●
10a-r	Sandige bis schluffige Auensedimente (Regnitzaue)	●	○	●	-	●	●	●●
10b	Kalkhaltige, sandig-lehmige Auensedimente (Donauaue und ihre Alpenzuflüsse)	○	-	-	○	-	○	-
13	Flussmergel, Hochflutlehm, Alm und anmoorige Bildungen, meist auf carbonatreichem Schotter sowie carbonatfreie Talablagerungen	○	○	○	○	○	○	○
6	Niedermoortorf, teilweise mit mineralischen Komponenten (Bodenmaterial überwiegend aus Freisinger/Erdinger Moos bzw. Winterrieder Moor)	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 6 zeigt, dass bei Cd fast durchweg, bei Cu häufig die in Bayern angetroffenen Hintergrundwerte niedriger sind als die Vorsorgewerte nach Anhang 2 BBodSchV. Die Hintergrundwerte für Ni und Zn sind dagegen oft deutlich höher. Cr, Hg und Pb zeigen keine Tendenzen.

Die Hintergrundwerte der basischen und metamorphen Gesteine des Grundgebirges (vor allem BAG-Haupteinheit 53, aber auch 55 und 59) können für die Elemente Ni und Zn aber auch Cr die Vorsorgewerte um das Doppelte und mehr überschreiten. Bei den Tonen und Mergeln und deren Verwitterung der BAG-Haupteinheit 49b treten Überschreitungen für die Elemente Cr, Cu und Ni auf. Alle diese erhöhten Hintergrundwerte sind auf die hohen Schwermetallgehalte der Ausgangsgesteine zurückzuführen. Durch Carbonatverwitterung und der daraus resultierenden Anreicherung von Stoffen in der Malmverwitterung bzw. dem Residualton lassen sich die hohen Hintergrundwerte von Ni und Zn in den BAG-Haupteinheit 49a und 50 erklären. Diese hohen Stoffgehalte sind in der Regel unbedenklich, wenn die im Boden fest gebundenen Stoffe nicht in erheblichem Maße freigesetzt werden oder keine zusätzlichen Einträge erfolgen.

Auffällig sind die Hintergrundwerte für Zn in den großen Auensystemen nördlich der Donau, die im Fall der Mainaue (BAG-Haupteinheit 10a-m) sogar das Vierfache des Vorsorgewertes erreichen. Die Grundgebirgsauen im weiteren Sinn (BAG-Haupteinheit 10a-g) zeigen zudem auffällige Hintergrundwerte für Ni. Bei diesen Hintergrundwerten in den Auensystemen nördlich der Donau muss davon ausgegangen werden, dass ein wesentlicher Anteil auf anthropogene Belastungen zurückzuführen ist (siehe auch JONECK UND PRINZ 1993).

Einen Sonderfall stellen die Niedermoortorfe in Verbindung mit Flussmergel, Hochflutlehm und anmoorigen Bildungen (BAG-Haupteinheiten 6 und 13) des Freisinger/Erdinger Mooses bzw. Winterrieder Moores dar, vermutlich aber auch weiterer Niedermoor(komplexe) in Südbayern. Hier liegen natürlich erhöhte As-Gehalte vor. Zur Einordnung der As-Gehalte kann hilfsweise der Vergleich mit den Z0-Werten (LAGA, 2004) herangezogen werden, da für As keine Vorsorgewerte in der BBodSchV existieren.

Insgesamt weisen das Grundgebirge, Teile der Fränkischen Alb, des Muschelkalkes und des Unteren Keupers, die Auensysteme nördlich der Donau sowie teilweise Niedermoor(komplexe) in Südbayern gegenüber dem Vorsorgewert erhöhte Hintergrundwerte auf. Bei einer Verlagerung von Bodenmaterial aus diesen Gebieten in andere Gebiete sind die besonderen Vorgaben nach § 12 Abs. 10 BBodSchV zu berücksichtigen.

8 Hintergrundwerte organischer Schadstoffe

Unter Annahme eines ubiquitären Eintrags wurden die Hintergrundwerte der organischen Schadstoffe substratunabhängig abgeleitet. Getrennt nach den Horizontgruppen Oberboden, Unterboden und Untergrund sowie außerdem der Waldauflage wurden die Messwerte untergliedert. Die Regionalisierung vom Punkt zur Fläche erfolgte mittels geostatistischer Interpolation (Indikatorkriging) (HANGEN ET AL., 2010). Über die Schwellenwerte des 10., 25., 50., 75. und 90.-Perzentils wurde die Krigefläche unterteilt. Ergebnis waren maximal sechs Teilräume unterschiedlich hoher Schadstoffkonzentration. Die Schadstoffwerte der Stützpunkte, die innerhalb eines Teilraums lagen, wurden statistisch beschrieben. Unter anderem wurde der Wert des 90.-Perzentils ermittelt, der dem Hintergrundwert entspricht (LABO, 2003). Wenn die Werte des 90.-Perzentils benachbarter Teilräume sehr nahe beieinander lagen, wurden diese Teilräume zusammengefasst.

Für Landwirtschaftsflächen sowie teilweise für Unterböden und den Untergrund bei forstlicher Nutzung konnte kein teilraumdifferenzierter Hintergrundwert ermittelt werden. Hier konnte bei der Variogrammanalyse kein räumlicher Zusammenhang der Messwerte festgestellt werden, der Bedingung für eine geostatistische Interpolation ist. Stattdessen wurde ein bayernweiter Hintergrundwert abgeleitet.

8.1 Bayernweite Hintergrundwerte

Tabelle 7 listet bayernweite Hintergrundwerte für Nutzungen und Horizontgruppen auf, bei denen aufgrund des fehlenden räumlichen Zusammenhangs keine Abgrenzung in Teilräume vorgenommen werden konnte.

Tab. 7: Bayernweite Hintergrundwerte organischer Schadstoffe in mg/kg Trockensubstanz.

Nutzung	Horizont	BAP	PAK ₁₆	HCB	PCB ₆	Σ-DDT
Acker, Grünland	Oberböden	0,017	0,224	0,0036	0,0014	0,0016
Acker, Grünland	Unterböden	0,0017	0,026	0,0005	0,0001	0
Acker, Grünland, Forst	Untergrund	0,001	--	0,0001	0	0
Forst	Unterböden	--	--	0,0001	--	0

8.2 Hintergrundwerte differenziert nach Teilräumen

Die folgenden Karten zeigen die Anordnung unterschiedlich stark belasteter Teilräume Bayerns. Dargestellt sind die organischen Schadstoffe

- BAP (Benzo(a)pyren),
- PAK₁₆ (Summenparameter für 16 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe),
- HCB (Hexachlorbenzol),
- PCB₆ (Polychlorierte Biphenyle der IUPAC-Nummern 28,52,101,138,153 und 180) und
- Σ-DDT (Summe aus op-DDE, pp-DDE, op-DDD, pp-DDD, op-DDT, pp-DDT)

getrennt für Waldauflage, Oberboden, Unterboden und Untergrund. Der Belastungsgrad des Teilraums ist durch mehr oder weniger dunkle Farbgebung charakterisiert. Der Legendentext zu jedem Teilraum führt den jeweiligen Hintergrundwert auf. Diese Karten stellen die derzeitigen Hintergrundwerte für organische Schadstoffe in Böden Bayerns dar. Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Bodengehalte an organischen Schadstoffen die entsprechenden Vorsorgewerte deutlich unterschreiten.

Hintergrundwerte für BAP* in Auflagen unter Forst



Konzentration von BAP*
in der Trockensubstanz [mg/kg]

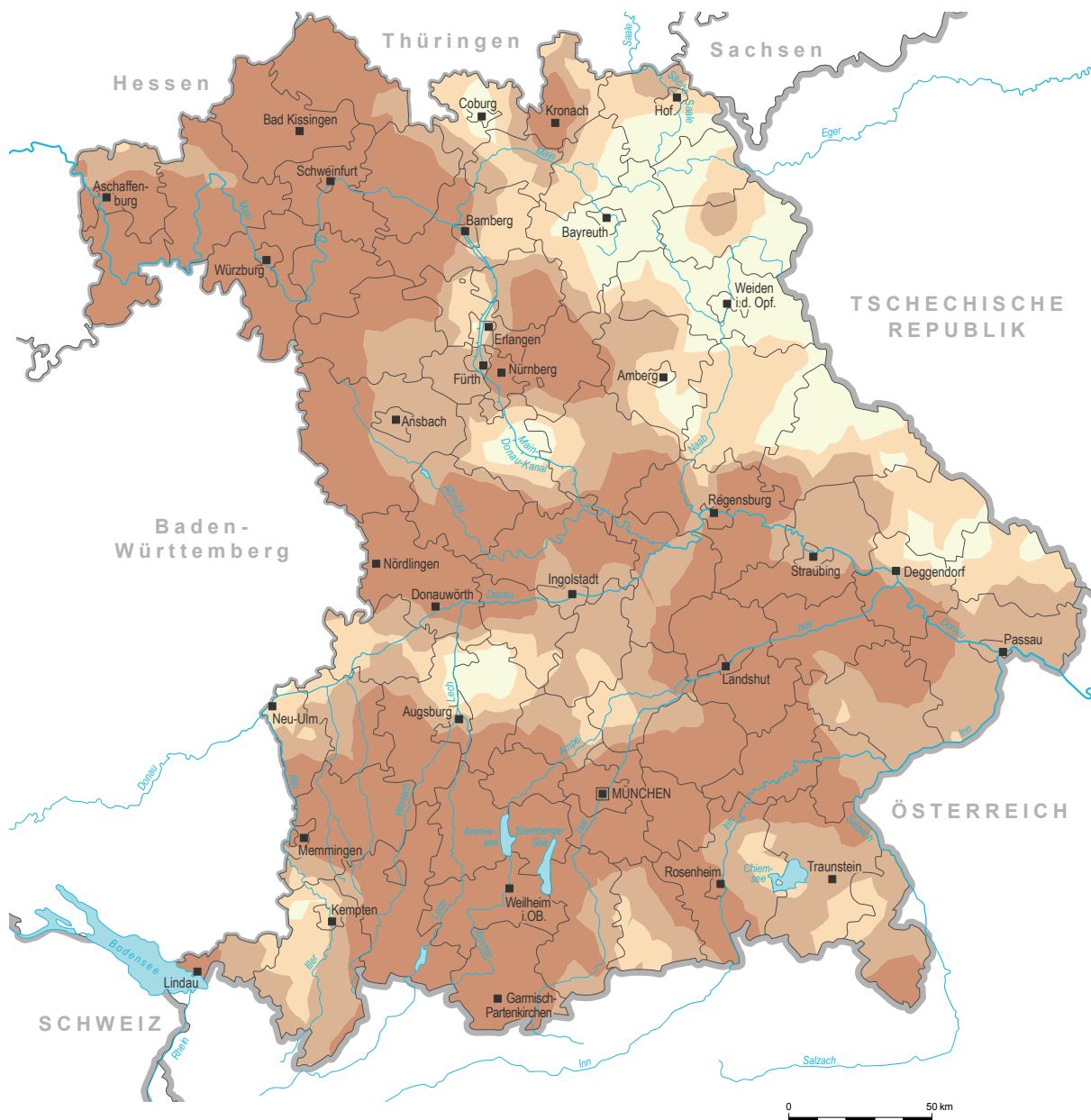
- ≤ 0,086
- ≤ 0,101
- ≤ 0,136
- ≤ 0,235
- ≤ 0,280

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

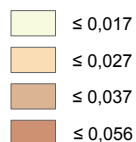
Der Vorsorgewert für BAP* (Humusgehalt > 8%)
liegt bei 1 mg/kg Trockensubstanz.

* Benzo(a)pyren

Hintergrundwerte für BAP* in Oberböden unter Forst



Konzentration von BAP*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
— Landesgrenze
— Staatsgrenze

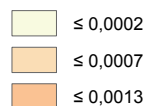
Der Vorsorgewert für BAP* (Humusgehalt ≤ 8%)
liegt bei 0,3 mg/kg Trockensubstanz.

* Benzo(a)pyren

Hintergrundwerte für BAP* in Unterböden unter Forst

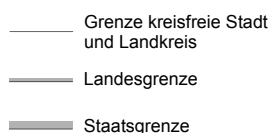


Konzentration von BAP*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



Der Vorsorgewert für BAP* (Humusgehalt $\leq 8\%$)
liegt bei 0,3 mg/kg Trockensubstanz.

* Benzo(a)pyren



Hintergrundwerte für HCB* in Auflagen unter Forst



Konzentration von HCB*
in der Trockensubstanz [mg/kg]

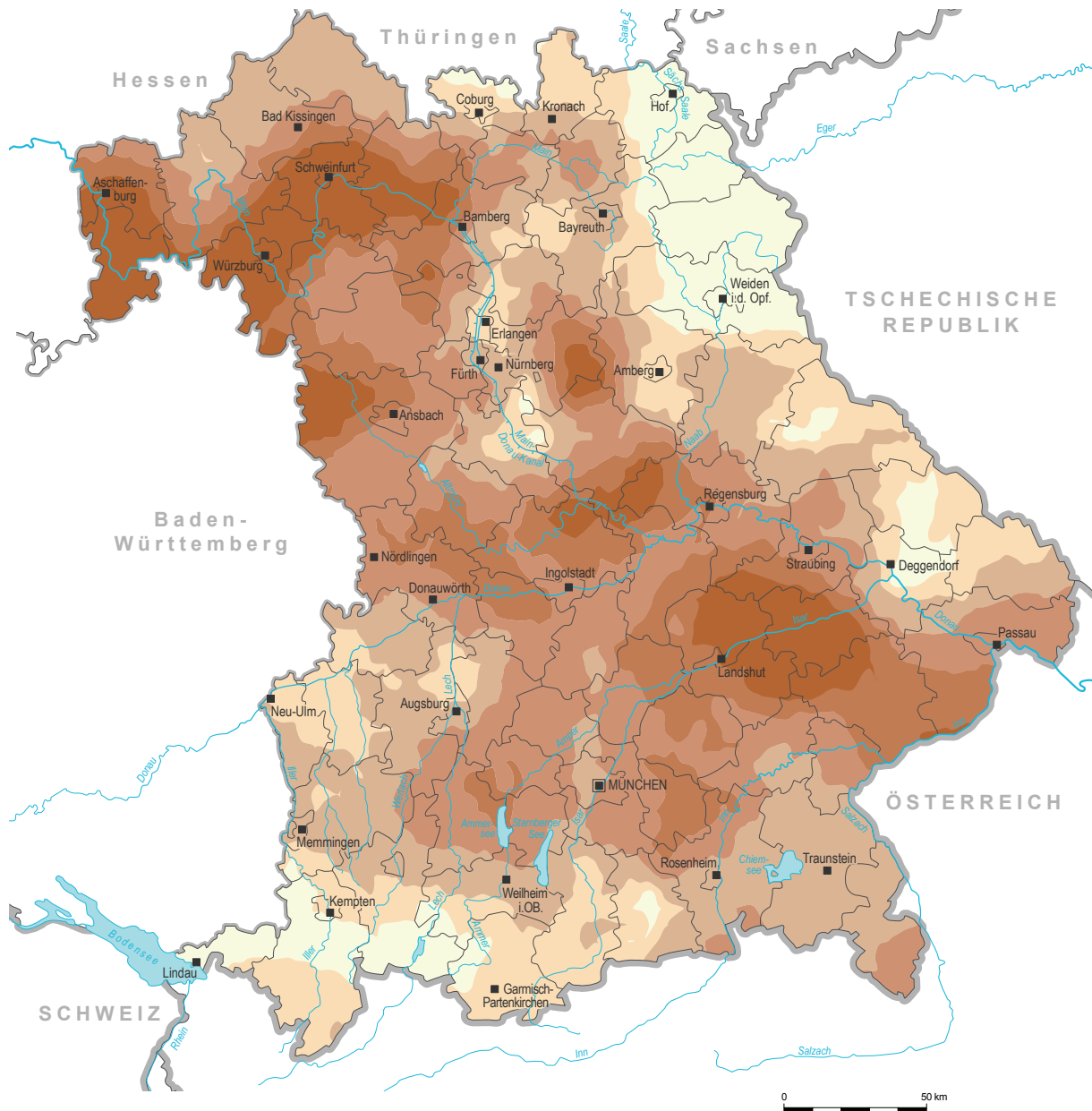
- ≤ 0,004
- ≤ 0,005
- ≤ 0,008
- ≤ 0,010
- ≤ 0,012

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

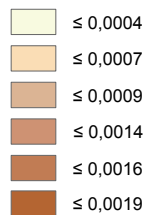
Es existiert kein Vorsorgewert nach
Anhang 2 BBodSchV.

* Hexachlorbenzol

Hintergrundwerte für HCB* in Oberböden unter Forst



Konzentration von HCB*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
— Landesgrenze
— Staatsgrenze

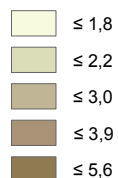
Es existiert kein Vorsorgewert nach
Anhang 2 BBodSchV.

* Hexachlorbenzol

Hintergrundwerte für PAK₁₆* in Auflagen unter Forst



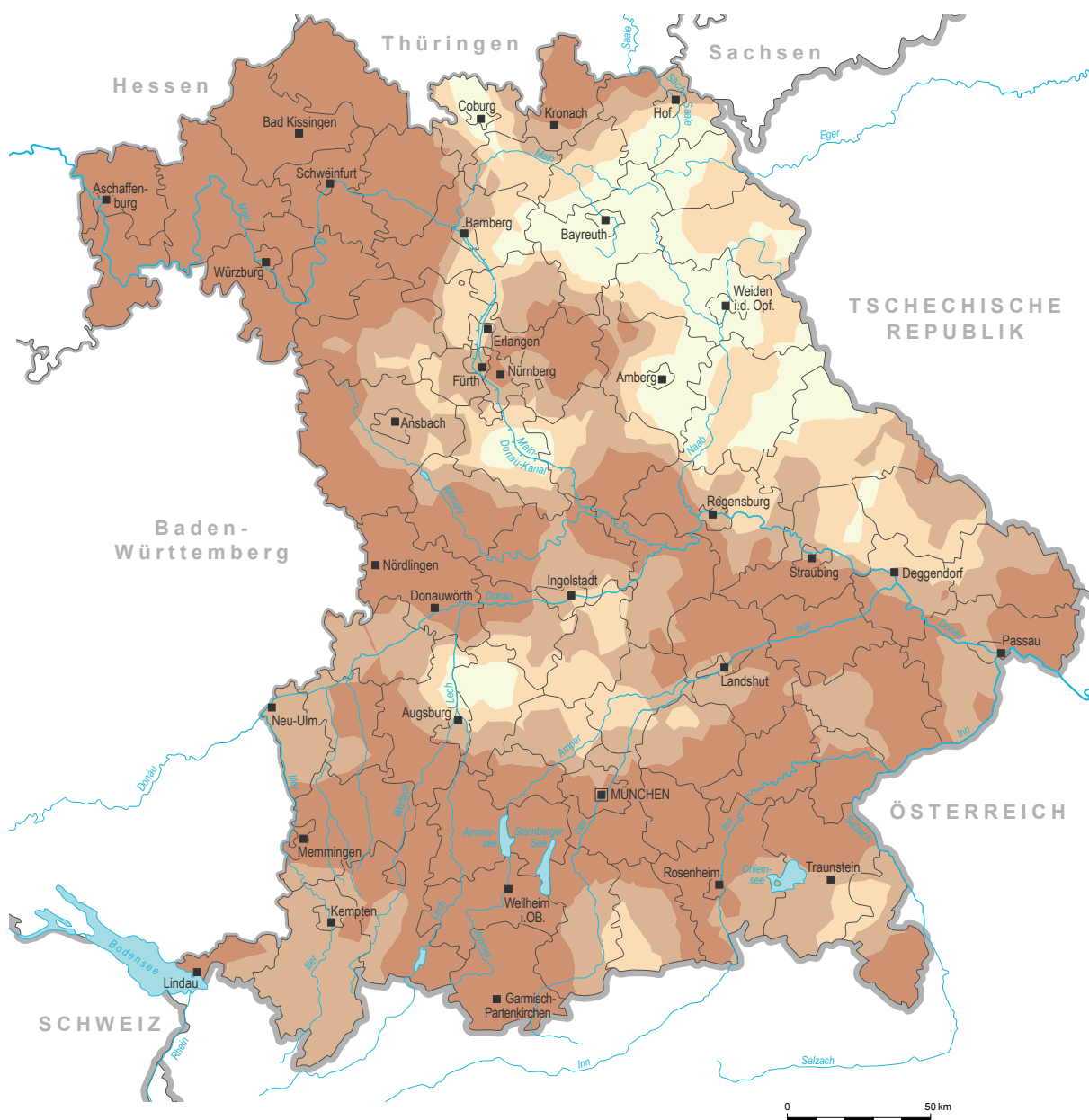
Konzentration von PAK₁₆*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



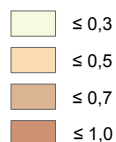
— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
— Landesgrenze
— Staatsgrenze

Der Vorsorgewert für PAK₁₆* (Humusgehalt > 8%)
liegt bei 10 mg/kg Trockensubstanz.

* Summenparameter für Naphtalin, Acenaphthylen, Acenaphten, Fluoren, Phenantren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Chrysen, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenz(a,h)anthracen, Benzo(g,h,i)perylene

Hintergrundwerte für PAK₁₆* in Oberböden unter Forst

Konzentration von PAK₁₆*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
— Landesgrenze
— Staatsgrenze

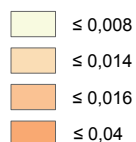
Der Vorsorgewert für PAK₁₆* (Humusgehalt ≤ 8%)
liegt bei 3 mg/kg Trockensubstanz.

* Summenparameter für Naphtalin, Acenaphthylen, Acenaphten, Fluoren, Phenantren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Chrysen, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenz(a,h)anthracen, Benzo(g,h,i)perylene

Hintergrundwerte für PAK₁₆* in Unterböden unter Forst



Konzentration von PAK₁₆*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
— Landesgrenze
— Staatsgrenze

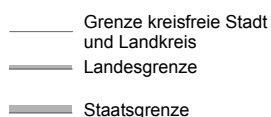
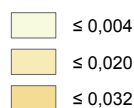
Der Vorsorgewert für PAK₁₆* (Humusgehalt ≤ 8%)
liegt bei 3 mg/kg Trockensubstanz.

* Summenparameter für Naphtalin, Acenaphtylen, Acenaphten, Fluoren, Phenantren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Chrysen, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenz(a,h)anthracen, Benzo(g,h,i)perylene

© Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Hintergrundwerte für PAK₁₆* im Untergrund

Konzentration von PAK₁₆*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



Der Vorsorgewert für PAK₁₆* (Humusgehalt ≤ 8%)
liegt bei 3 mg/kg Trockensubstanz.

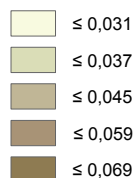
* Summenparameter für Naphtalin, Acenaphtylen, Acenaphten, Fluoren, Phenantren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Chrysen, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenz(a,h)anthracen, Benzo(g,h,i)perylene

© Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Hintergrundwerte für PCB₆* in Auflagen unter Forst



Konzentration von PCB₆*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
— Landesgrenze
— Staatsgrenze

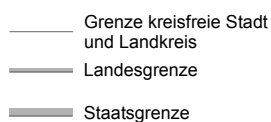
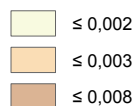
Der Vorsorgewert für PCB₆* (Humusgehalt > 8%)
liegt bei 0,1 mg/kg Trockensubstanz.

* Polychlorierte Biphenyle mit den IUPAC-Nr. 28, 52, 101, 138, 153 und 180

© Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Hintergrundwerte für PCB₆* in Oberböden unter Forst

Konzentration von PCB₆*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



Der Vorsorgewert für PCB₆* (Humusgehalt ≤ 8%)
liegt bei 0,05 mg/kg Trockensubstanz.

* Polychlorierte Biphenyle mit den IUPAC-Nr. 28, 52, 101, 138, 153 und 180

© Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Hintergrundwerte für PCB₆* in Unterböden unter Forst



Konzentration von PCB₆*
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 0,0001
- ≤ 0,004

Der Vorsorgewert für PCB₆* (Humusgehalt ≤ 8%)
liegt bei 0,05 mg/kg Trockensubstanz.

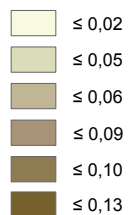
* Polychlorierte Biphenyle mit den IUPAC-Nr. 28, 52, 101, 138, 153 und 180

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

© Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Hintergrundwerte für Σ -DDT* in Auflagen unter Forst

Konzentration von Σ -DDT*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



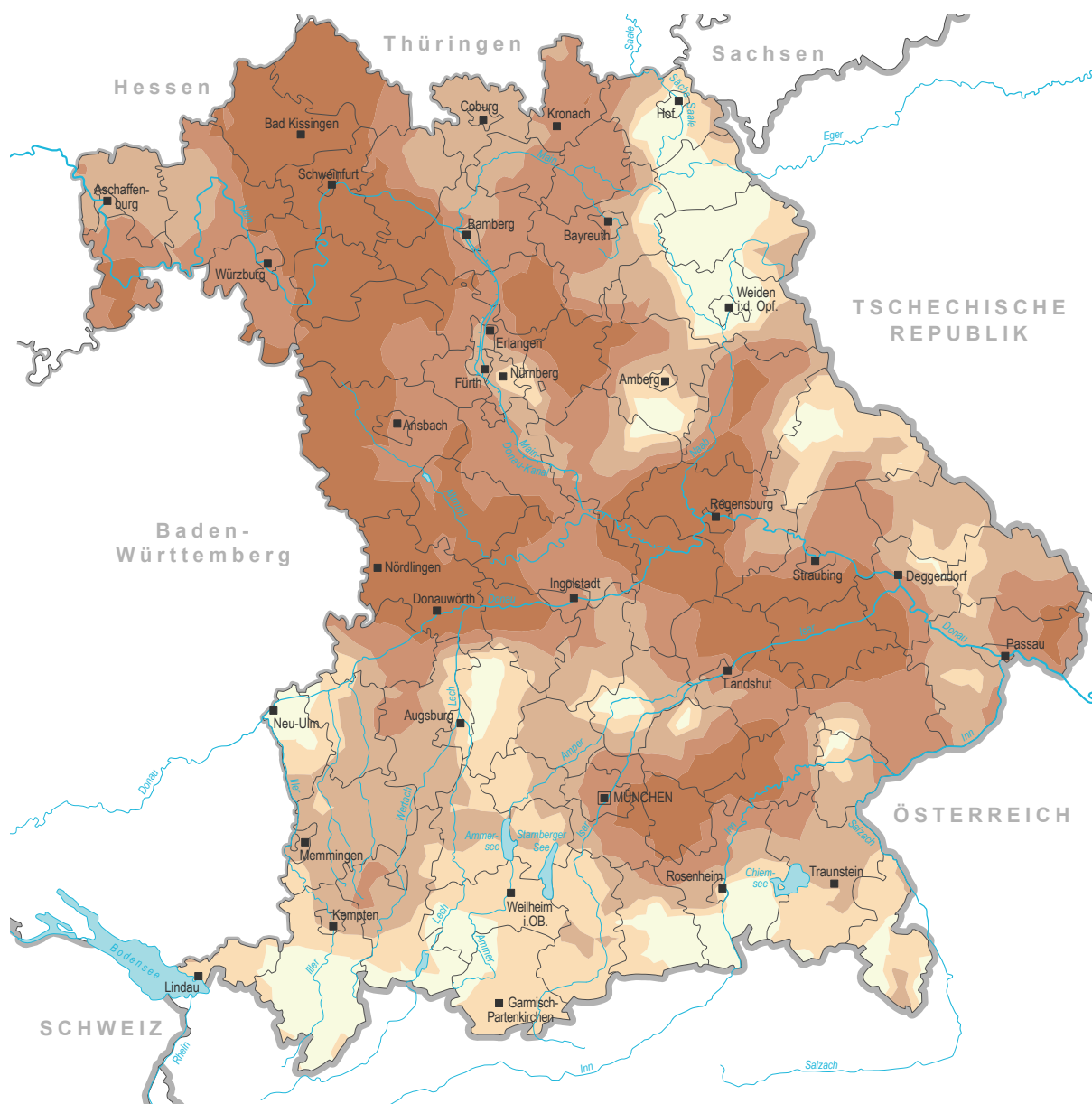
- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

Es existiert kein Vorsorgewert nach
Anhang 2 BBodSchV.

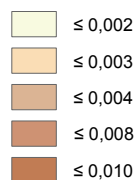
* Summe aus op-DDE+pp-DDE+op-DDD+pp-DDD+op-DDT+pp-DDT

© Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Hintergrundwerte für Σ -DDT* in Oberböden unter Forst



Konzentration von Σ -DDT*
in der Trockensubstanz [mg/kg]



— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
— Landesgrenze
— Staatsgrenze

Es existiert kein Vorsorgewert nach
Anhang 2 BBodSchV.

* Summe aus op-DDE+pp-DDE+op-DDD+pp-DDD+op-DDT+pp-DDT

© Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

9 Hintergrundwerte anorganischer Schadstoffe in Auflagen unter Forst

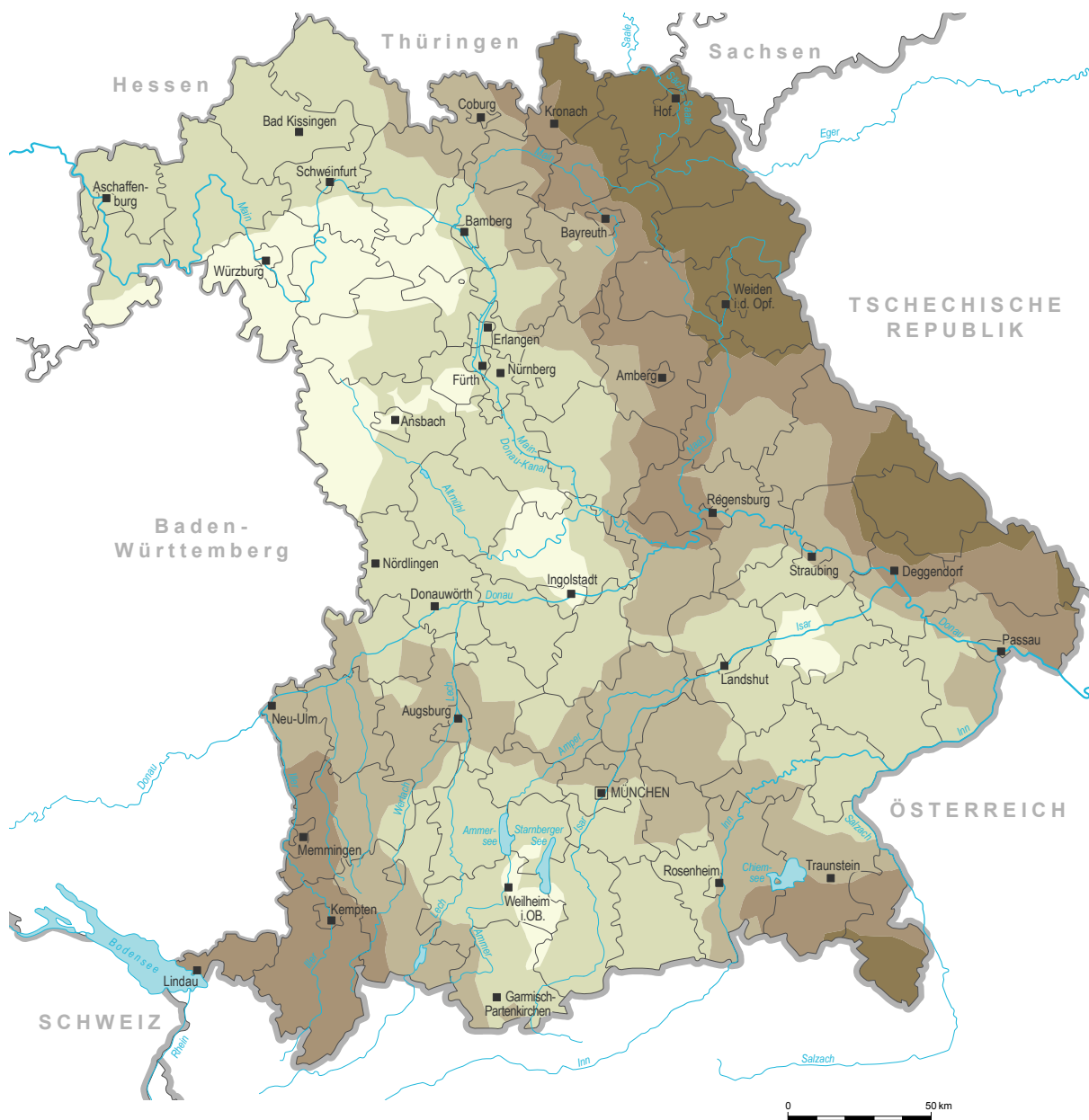
Nadelstreu akkumuliert nicht nur organische, sondern auch ubiquitär eingetragene anorganische Schadstoffe. Aus diesem Grund wurden für die Ermittlung von Hintergrundwerten anorganischer Schadstoffe in Auflagen unter Forst Daten aus nadel- oder nadelwalddominierten Forsten herangezogen.

Die Regionalisierung vom Punkt zur Fläche erfolgte wiederum über den in Kapitel 8 beschriebenen geostatistischen Ansatz.

Die folgenden Karten stellen für die oben genannten 15 anorganischen Schadstoffe teilraumdifferenziert Hintergrundwerte dar, die nur für die in diesem Teilraum befindlichen nadel- oder nadelwalddominierten Forste gelten.

Da es für anorganische Schadstoffe keine Vorsorgewerte für Humusgehalte > 8% gibt wie man sie in Auflagen unter Forst antrifft, dürften diese Karten weniger für den Vollzug der Bodenschutzgesetze als vielmehr für immissionsökologische oder forstliche Fragestellungen z. B. Auswertungen im Rahmen der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE 2) von Interesse sein.

Hintergrundwerte für As* in Auflagen unter Forst



Konzentration von As* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 2,6
- ≤ 4,7
- ≤ 7,5
- ≤ 11,0
- ≤ 14,9

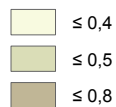
* Arsen

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

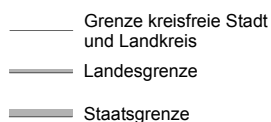
Hintergrundwerte für Cd* in Auflagen unter Forst

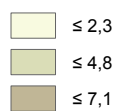
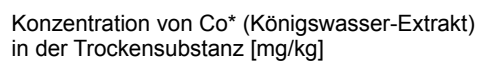


Konzentration von Cd* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]



* Cadmium





* Kobalt

— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
 == Landesgrenze
 == Staatsgrenze

Hintergrundwerte für Cr* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Cr* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 10,1
- ≤ 13,0
- ≤ 16,1
- ≤ 21,7
- ≤ 22,5

* Chrom

Hintergrundwerte für Cu* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Cu* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 15,3
- ≤ 19,5
- ≤ 26,4

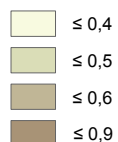
* Kupfer

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

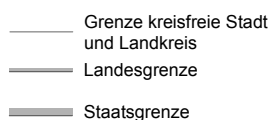
Hintergrundwerte für Hg* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Hg* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]



* Quecksilber



Hintergrundwerte für Mo* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Mo* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 0,77
- ≤ 1,03
- ≤ 1,54
- ≤ 1,96
- ≤ 1,98
- ≤ 2,4

* Molybdän

Hintergrundwerte für Ni* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Ni* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 9,8
- ≤ 10,7
- ≤ 12,4
- ≤ 17,6

* Nickel

Hintergrundwerte für Pb* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Pb* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 57,6
- ≤ 79,0
- ≤ 89,8
- ≤ 140
- ≤ 211

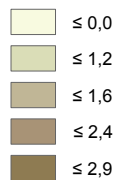
* Blei

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

Hintergrundwerte für Sb* in Auflagen unter Forst



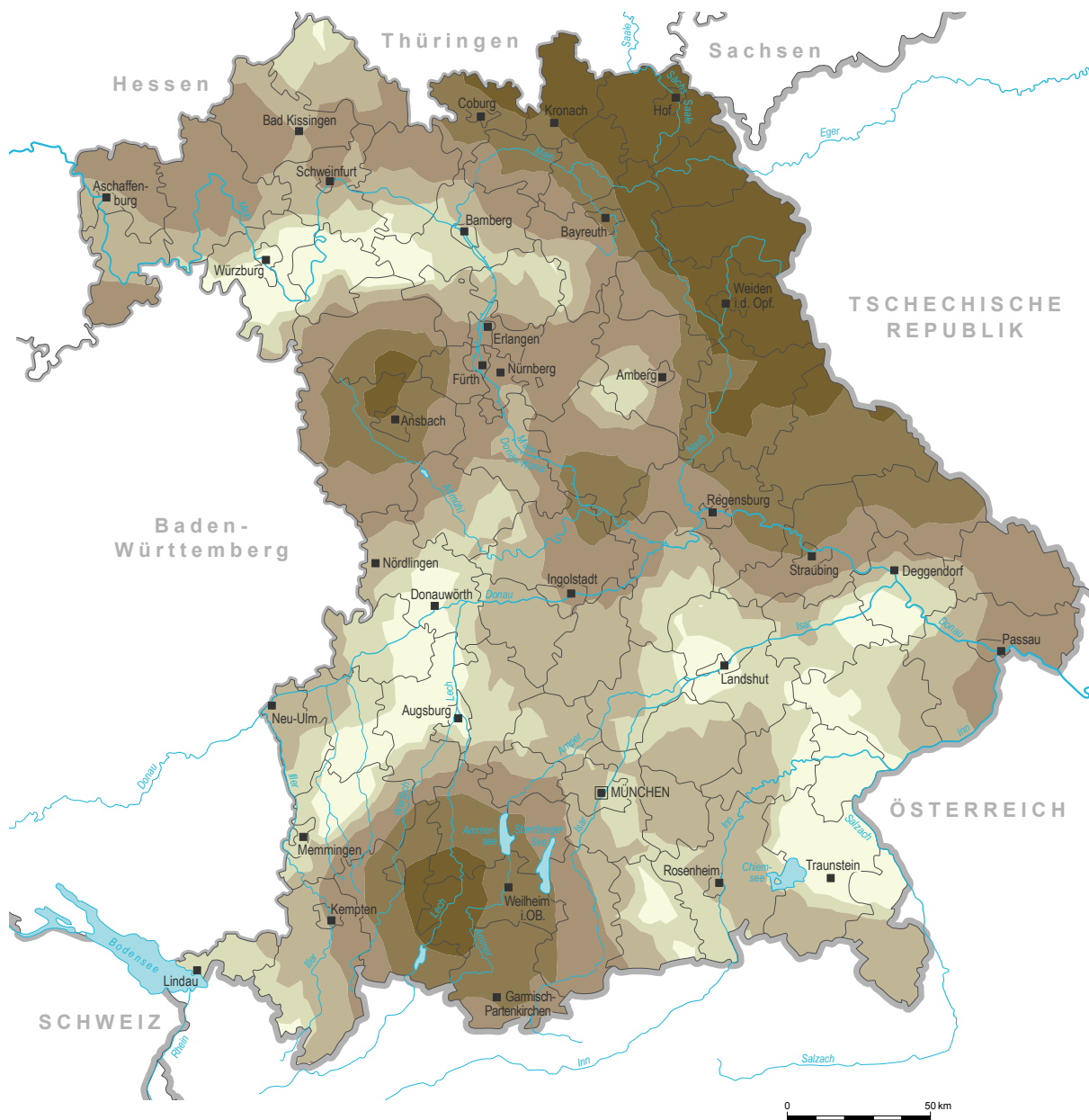
Konzentration von Sb* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]



* Antimon

— Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
— Landesgrenze
— Staatsgrenze

Hintergrundwerte für Se* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Se* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 0,6
- ≤ 0,7
- ≤ 0,9
- ≤ 1,3
- ≤ 1,6
- ≤ 2,0

* Selen

Hintergrundwerte für Sn* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Sn* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 2,3
- ≤ 2,7
- ≤ 3,6
- ≤ 5,3
- ≤ 6,9
- ≤ 8,7

* Zinn

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

Hintergrundwerte für TI* in Auflagen unter Forst



Konzentration von TI* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 0,1
- ≤ 0,2
- ≤ 0,3

* Thallium

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

Hintergrundwerte für V* in Auflagen unter Forst



Konzentration von V* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 14,5
- ≤ 19,8
- ≤ 26,5
- ≤ 37,0

- Grenze kreisfreie Stadt und Landkreis
- Landesgrenze
- Staatsgrenze

* Vanadium

Hintergrundwerte für Zn* in Auflagen unter Forst



Konzentration von Zn* (Königswasser-Extrakt)
in der Trockensubstanz [mg/kg]

- ≤ 51,1
- ≤ 63,6
- ≤ 79,5
- ≤ 90,5
- ≤ 105,0
- ≤ 114,8

* Zink

10 Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Veröffentlichung werden die für Bayern aktuell gültigen Hintergrundwerte zu 15 anorganischen und fünf organischen Schadstoffen zur Verfügung gestellt.

Die Ableitung der Hintergrundwerte erfolgte nach den Vorgaben der LABO 2003. Darüber hinaus wurden für anorganische Schadstoffe auch Hintergrundwerte bei einem Stichprobenumfang von $10 \leq n < 20$ ermittelt. Für organische Schadstoffe wurde die Gebietscharakterisierung auf Basis eines geostatistischen Ansatzes (Indikatorkriging) durchgeführt.

Es liegen für die anorganischen Elemente Arsen (As), Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Quecksilber (Hg), Molybdän (Mo), Nickel (Ni), Blei (Pb), Antimon (Sb), Selen (Se), Zinn (Sn), Thallium (Tl), Vanadium (V) und Zink (Zn) Hintergrundwerte in Form eines Tabellenwerkes vor, das in Verbindung mit der gesondert veröffentlichten Karte der Bodenausgangsgesteine von Bayern im Maßstab 1:500 000 (BAG500) zu nutzen ist. Für die organischen Schadstoffe BAP (Benzo(a)pyren), HCB (Hexachlorbenzol), PAK₁₆ (Summenparameter für 16 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), PCB₆ (Polychlorierte Biphenyle der IUPAC-Nummern 28,52,101,138,153 und 180) und Σ -DDT (Summe aus op-DDE, pp-DDE, op-DDD, pp-DDD, op-DDT, pp-DDT) wurden die Hintergrundwerte in Form von Karten in diese Veröffentlichung integriert.

Eine Besonderheit sind die Hintergrundwertekarten der oben erwähnten anorganischen Elemente für die Auflagen unter Forst. Diese Karten werden wegen fehlender Vorsorgewerte in der BBodSchV weniger ihre Verwendung im Bodenschutz finden, könnten aber bei immissionsökologischen und forstlichen Fragestellungen von Interesse sein.

In einer ersten Auswertung der Hintergrundwerte wurden ferner in einer Übersicht für Bayern Bodenausgangsgesteine und damit Gebiete grob identifiziert, in denen die Hintergrundwerte die Vorsorgewerte überschreiten. Bodenmaterial dieser Gebiete bedarf aufgrund § 12 Abs. 10 BBodSchV einer besonderen Beachtung durch den Vollzug.

11 Danksagung

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit sowie der Europäischen Union, die die Untersuchungen von 2004-2007 im Rahmen des Projektes 'GRABEN' kofinanzierte. Unser Dank gilt auch den Kolleginnen und Kollegen aus dem Labor des Bayerischen Landesamts für Umwelt, deren genaue Messungen und gute Analytik die Grundlage des Berichtes ist, und den vielen befristet im Projekt Beschäftigten, deren großer Einsatz entscheidend zum Erfolg beigetragen hat. Nicht zuletzt danken wir all den Bodenschutzingenieuren/-innen an den Wasserwirtschaftsämtern, die mit den Beprobungen an über 1000 Standorten die Datengrundlage des Projektes entscheidend verbessert haben und auch weiterhin mit ihrem engagierten Einsatz den Vorsorgenden Bodenschutz in Bayern voranbringen.

12 Literatur

AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Leitfaden zum Umrechnungsprogramm - Methodenvergleich Gesamtgehalte Haupt- und Spurenelemente. – 19 S., Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU, 1998): Gesetz zum Schutz vor schädlicher Bodenveränderung und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG), BGBl. I. – S. 502.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU, 1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), BGBl. I. – S. 1554.

DIN ISO 11466:06.97 (1995): Bodenbeschaffenheit – Extraktion in Königswasser löslicher Spurenelemente. – Berlin (Beuth).

DOBLER, L., HINTERDING, A., MÜLLER, A., GERLACH, N., GABEL, F. (2003): Geostatistische und statistische Methoden und Auswerteverfahren für Geodaten mit Punkt- bzw. Flächenbezug. Abschlussbericht. Teil 3: Empfehlungen für die Anwendung statistischer und geostatistischer Methoden zur flächenbezogenen Auswertung von Daten über Stoffgehalte in Böden. – 59 S.

GEMEINSAME BEKANNTMACHUNG DER BAYERISCHEN STAATSMINISTERIEN FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, DES INNERN, FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN UND FÜR ARBEIT UND SOZIALORDNUNG, FAMILIE, FRAUEN UND GESUNDHEIT (StMUL et al., 2000): Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern (BayBodSchVwV), Nr. 8772.6-1999/3. – S. 534, AIIIMBI. 2000.

GEUß, U., HANGEN, E., SPÖRLEIN, P. (2008): Hintergrundwerte in Böden Bayerns, Tagungsband zur Fachtagung des LfU am 23.10.2008. – 89 S., Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

HANGEN, E., OLBRICHT, W., JONECK, M. (2010): Regionalization of organic pollutants in Bavarian soils: The performance of Indicator Kriging. — Journal of Plant Nutrition and Soil Science 173: 517-524, Weinheim (Wiley-VCH).

HORNUNG, M., JONECK, M., HANGEN, E., GEUß, U. (2009): Ermittlung von Gebieten mit lokal erhöhten Hintergrundgehalten am Beispiel des geogenen Bleivorkommens in triassischen Sedimenten bei Altenstadt/Waldnaab und Weiden – ein Sonderprojekt des Projektes 'Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze'. – 61 S., Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

HINTERDING, A., MÜLLER, A., GERLACH, N., GABEL, F. (2003): Geostatistische und statistische Methoden und Auswerteverfahren für Geodaten mit Punkt- bzw. Flächenbezug. Abschlussbericht. Teil 1: Grundlagen. – 149 S.

JONECK, M., PRINZ, R. (1993): Schwermetallgehalte in Böden des Maintales und angrenzender Nebentäler, GLA-Fachbericht 10. – 87 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

JONECK, M., HANGEN, E., WITTENBECHER, M., FOULLOIS, N., SPÖRLEIN, P., MARTIN, W., AUßENDORF, M., REISCHL, A. (2006): Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze in Bayern (GRABEN). – Zeitschrift für Bodenschutz 2006 (2): 32-38, Berlin (Erich Schmidt Verlag GmbH & Co).

LABO (BUND-LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ) (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden. Beschlussfassung der 33. StAA4-Sitzung 29./30.1.2003. – 58 S.

LAGA (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL) (2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung – 1.2 Bodenmaterial (TR Boden). – 21 S.

LINHARDT, E., ZARBOK, P. † (2005): Geochemischer Atlas natürlicher Haupt-, Neben- und Spurenelemente der Gesteine Bayerns, GLA-Fachbericht 24. – 188 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

MARTIN, W. (1998): Bodenschutz in Bayern, Hintergrundwerte anorganischer Schadstoffe in den Böden Bayerns (Flyer). – München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

PFADENHAUER, K., HANGEN, E. (2009): Ermittlung von Gebieten mit lokal erhöhten geogenen Hintergrundgehalten (Cr, Ni) am Beispiel des Serpentinits bei Schwarzenbach a. d. Saale – ein Sonderprojekt des Projektes 'Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze'. – 56 S., Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

PRINZ, R. (2006): Ermittlung von Gebieten mit lokal erhöhten geogenen Hintergrundgehalten am Beispiel des Vitriolschiefers (Trias, Unterer Keuper) – ein Sonderaspekt des Projektes 'GRABEN'. – Tagungsband zu den 4. Marktredwitzer Bodenschutztagen vom 29. – 31. Mai 2006: 186-191, München (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit).

PRINZ, R., WITTENBECHER, M. (1999): Typische Gehalte ausgewählter Spurenelemente in Waldböden Bayerns, GLA-Fachbericht 17. – 66 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

SUTTNER, T., AUßENDORF, M., MARTIN, W. (1998): Hintergrundwerte anorganischer Problemstoffe in Böden Bayerns, GLA-Fachbericht 16. – 158 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

WITTMANN, O. (1991): Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern. Abhängigkeitsbeziehungen der Bodennutzung, GLA-Fachbericht 5. – 74 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

