

## Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 3.1: Typische Abfolgen von Oberbodenhorizonten.....	9
Abb. 4.1: Nutzungsbezogene Semivariogramme für Blei, Zink und Cadmium im Bereich der Schwerpunktuntersuchung „Sandsteine“.....	15
Abb. 4.2: Normalverteilungsplot der Bleigehalte der Bodenausgangsgesteinsgruppe "Sandsteine" (n=180).....	20
Abb. 4.3: Normalverteilungsplot der Bleigehalte der Bodenausgangsgesteinsgruppe "Sandsteine" (n=167); um Ausreißer bereinigt....	21
Abb. 4.4: Flächenanteile der Landnutzung der Bundesrepublik Deutschland.....	37
Abb. 5.1a): Regressionsfunktionen für die Verhältnisse von Cd-Gehalte im KW-Extrakt und im Druckaufschluß für die BAG-Gruppe der Tongesteine (TST).....	50
Abb. 5.1b): Regressionsfunktionen für die Verhältnisse von Cd-Gehalte im KW-Extrakt und im Druckaufschluß für die BAG-Gruppe der Sedimente im Gezeitenbereich (SIG).....	50
Abb. 5.2: Regressionsgerade, 95 % Konfidenzintervall für die Schätzung des Mittelwertes und der Einzelwerte für den Vergleich von Cd-Totalgehalten (HF-Druckaufschluß) und KW-extrahierbaren Cd-Gehalten (Beispiel Sande).....	58
Abb. 5.3a): Regressionsfunktionen für die Verhältnisse von Cu-Totalgehalten zu KW-extrahierbaren Gehalten, berechnet auf der Grundlage substratübergreifender Stichproben.....	62
Abb. 5.3b): Regressionsfunktionen für die Verhältnisse von Cr-Totalgehalten zu KW-extrahierbaren Gehalten, berechnet auf der Grundlage substratübergreifender Stichproben.....	62
Abb. 5.4: Verhältnisse der KW-extrahierbaren Elementgehalte zu Totalgehalten berechnet mittels linearer, substratübergreifenden Regressionsfunktionen.....	64
Abb. 5.5: Verhältnisse der KW-extrahierbaren Elementgehalte zu Totalgehalten für verschiedene Gruppen von Bodenausgangsgesteinen berechnet mittels linearer Regressionsfunktionen.....	65

<b>Abb. 6.1:</b>	Vorgehensweise bei der pedoregionalen Repräsentanzanalyse von Bodenprofilen zur Ableitung von Hintergrundwerten.....	68
<b>Abb. 6.2:</b>	Schematische Darstellung zur Berechnung der räumlichen Verbreitung von LE.....	72
<b>Abb. 6.3:</b>	Regionalisierung von LE der BAG 1000 am Beispiel der Geschiebemergel und -lehme.....	74
<b>Abb. 6.4:</b>	Flächenanteile der inhaltlichen Repräsentanz der Legendeneinheiten der regionalisierten BAG 1000.....	82
<b>Abb. 6.5:</b>	Gegenüberstellung der potentiell zu belegenden und aktuell belegter Flächenanteile der Landnutzung im Vergleich zum Gesamtflächenanteil, bezogen auf die Gesamtfläche der BR Deutschland.....	88
<b>Abb. 7.1:</b>	Verschneidung der zugrundeliegenden Flächeninformationen zur Darstellung der länderübergreifend abgeleiteten Hintergrundwerte.....	101
<b>Abb. 9.1:</b>	Abschätzung des Verhaltens von Umweltchemikalien in Böden...	119

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 4.1: Reduzierung der Proben in den Schwerpunktuntersuchungsgebieten.....	16
Tab. 4.2: Ergebnisse der Überprüfung der Verteilungen der Stichproben zur Ermittlung von Schwellenwerten, bei deren Überschreitung von „untypischen„ Elementgehalten auszugehen ist.....	22
Tab. 4.3: Anzahl und Herkunft von Profildaten zur Ableitung von länderübergreifenden Hintergrundwerten, die hinsichtlich ihrer pedoregionalen und nutzungsdifferenzierten Repräsentanz untersucht wurden.....	26
Tab. 4.4: Übersicht der zu Gruppen der Bodenausgangsgesteine (BAG 1000) zusammengefaßten Legendeneinheiten der Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 (BÜK 1000).....	28
Tab. 4.5: Tongehaltsstufen der Bodenartengruppen nach AG Bodenkunde (KA 4).....	32
Tab. 4.6: Bodenausgangsgesteine und ihre Bodenartengruppen (nach KA 4) im Oberboden.....	34
Tab. 5.1: Nachweisgrenzen der Elementgehalte in Abhängigkeit von untersuchtem Element und Meßgerät.....	41
Tab. 5.2: Vergleich von drei bei NLfB/BGR gemessenen Proben mit Analysenergebnissen eines ISE Programmes zur Überprüfung der Richtigkeit des Analysenverfahrens.....	42
Tab. 5.3: Nachweisgrenzen der Messungen nach HF - Druckaufschluß.....	43
Tab. 5.4: Vergleich der von NLfB/BGR gemessenen Gehalte eines zertifizierten Materials im HF-Druckaufschluß mit zertifizierten Werten.....	44
Tab. 5.5: Prämissenverletzungen des linearen Regressionsmodells.....	46
Tab. 5.6: Bestimmtheitsmaße (B [%]) für den Zusammenhang zwischen KW-extrahierbaren Gehalten und Totalgehalten.....	47

<b>Tab. 5.7a):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „KW-extrahierbarer Cd-Gehalt“ aus „Cd-Totalgehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	49
<b>Tab. 5.7b):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „Cd-Totalgehalt“ aus „KW-extrahierbarer Cd-Gehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	49
<b>Tab. 5.8a):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „KW-extrahierbarer Cu-Gehalt“ aus „Cu-Totalgehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	51
<b>Tab. 5.8b):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „Cu-Totalgehalt“ aus „KW-extrahierbarer Cu-Gehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	51
<b>Tab. 5.9a):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „KW-extrahierbarer Ni-Gehalt“ aus „Ni-Totalgehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	52
<b>Tab. 5.9b):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „Ni-Totalgehalt“ aus „KW-extrahierbarer Ni-Gehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	52
<b>Tab. 5.10a):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „KW-extrahierbarer Pb-Gehalt“ aus „Pb-Totalgehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	53
<b>Tab. 5.10b):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „Pb-Totalgehalt“ aus „KW-extrahierbarer Pb-Gehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	53
<b>Tab. 5.11a):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „KW-extrahierbarer Zn-Gehalt“ aus „Zn-Totalgehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	54
<b>Tab. 5.11b):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „Zn-Totalgehalt“ aus „KW-extrahierbarer Zn -Gehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	54
<b>Tab. 5.12a):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „KW-extrahierbarer Cr-Gehalt“ aus „Cr-Totalgehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	55
<b>Tab. 5.12b):</b> Regressionsgleichungen für die Berechnung „Cr-Totalgehalt“ aus „KW-extrahierbarer Cr-Gehalt“, differenziert nach Bodenausgangsgesteinen.....	56

<b>Tab. 5.13:</b>	Berechnung der KW-extrahierbaren Cd-Gehalte auf Grundlage der Regressionsgleichung sowie der Grenzen des 95% Vertrauensbereiches.....	59
<b>Tab. 5.14a):</b>	Regressionsgleichungen für die Berechnung „KW-extrahierbarer Gehalt“ aus „Totalgehalt“ als Ergebnis substratübergreifender Auswertungen.....	61
<b>Tab. 5.14b):</b>	Regressionsgleichungen für die Berechnung „Totalgehalt“ aus „KW-extrahierbarer Gehalt“ als Ergebnis substratübergreifender Auswertungen.....	61
<b>Tab. 6.1:</b>	Bodenausgangsgesteine der BAG 1000 und ihre räumliche Verbreitung (RV).....	71
<b>Tab. 6.2:</b>	Klimatypen zur Abgrenzung von Bodenregionen in Europa für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland.....	73
<b>Tab. 6.3:</b>	Regional differenzierte Bodenausgangsgesteine und ihre räumliche Verbreitung.....	75
<b>Tab. 6.4a):</b>	Bodenausgangsgesteine und ihre Bodenartengruppen (nach KA 4) im Oberboden - Vergleich der regionalisierten BAG Gruppe Sande.....	77
<b>Tab. 6.4b):</b>	Bodenausgangsgesteine und ihre Bodenartengruppen (nach KA 4) im Oberboden - Vergleich der regionalisierten BAG Gruppe Geschiebemergel/-lehme.....	77
<b>Tab. 6.4c):</b>	Bodenausgangsgesteine und ihre Bodenartengruppen (nach KA 4) im Oberboden - Vergleich der regionalisierten BAG Gruppe Moore.....	77
<b>Tab. 6.5:</b>	Berechnung des Verteilungsindex (VI) als Maß für die inhaltliche Repräsentanz von LE der BAG 1000 am Beispiel der LE 12 (Basische Magmatite und Metamorphite).....	80
<b>Tab. 6.6:</b>	Inhaltliche Repräsentanz der Profile zur Ableitung von Hintergrundwerten (Oberböden).....	81
<b>Tab. 6.7:</b>	Verknüpfungsmatrix zur Ermittlung der pedoregionalen Repräsentanz der Hintergrundwertprofile aus den Bewertungsklassen zur räumlichen Verbreitung und inhaltlichen Repräsentanz.....	83
<b>Tab. 6.8:</b>	Pedoregionale Repräsentanz der LE der BAG 1000 durch Profile zur Ableitung von Hintergrundwerten in Oberböden.....	84

Tab. 6.9:	Anteile der Nutzungsarten in den regionalisierten Legendeneinheiten der BAG 1000.....	87
Tab. 7.1 a)-d):	Länderübergreifende Hintergrundwerte anorganischer Stoffe in Oberböden: Mediane und 90. Perzentile auf der Basis von Totalgehalten.....	92- 95
Tab. 7.2:	Hintergrundwerte der BAG-Gruppe <i>Sande</i> in Nordwestdeutschland, Ackernutzung; Vergleich der Werte auf Basis des Königswasserauszuges.....	97
Tab. 7.3:	Hintergrundwerte der BAG-Gruppe <i>Sande</i> in Nordostdeutschland, Ackernutzung; Vergleich der Werte auf Basis des Totalaufschlusses.....	98
Tab. 7.4:	Hintergrundwerte der BAG-Gruppe <i>Saure Magmatite und Metamorphite</i> , Wald, Oberboden; Vergleich der Werte auf Basis des Totalaufschlusses.....	99
Tab. 7.5:	Hintergrundwerte der BAG-Gruppe <i>Saure Magmatite und Metamorphite</i> , Wald, Oberboden; Vergleich der Werte auf Basis des Totalaufschlusses.....	100
Tab. 7.6:	Klassenbildung zur flächenhaften Darstellung der pedoregional repräsentativen und nach Nutzung differenzierten Hintergrundwerte.....	102
Tab. 8.1:	Flächengrößen der Bodenausgangsgesteine in Niedersachsen sowie deren flächenhafte Verbreitung.....	107
Tab. 8.2:	Bodenausgangsgesteine und ihre Bodenartengruppen (nach KA 4) im Oberboden für die BAG Niedersachsen.....	109
Tab. 8.3:	Vergleich der Bodenartengruppen in Oberböden, basierend auf Auswertungen in Niedersachsen und länderübergreifenden Auswertungen (Beispiel LE <i>Sande</i> ).....	110
Tab. 8.4:	Ergebnis der pedoregionalen Repräsentanzanalyse für Niedersachsen.....	112
Tab. 8.5:	Bewertung der pedoregionalen Repräsentanz der Bodenausgangsgesteine in Niedersachsen.....	113
Tab. 8.6:	Bodenausgangsgesteine der BAG Niedersachsen und ihre Landnutzung.....	115
Tab. 9.1:	Kennwertklassifizierung bei der Abschätzung des Verhaltens von Umweltchemikalien in Böden.....	118

<b>Tab. 9.2:</b>	Untersuchte organische Stoffe bzw. Pflanzenschutzmittel- wirkstoffe.....	120
<b>Tab. 10.1:</b>	Minimaler Bedarf an flächenrepräsentativen Profilen zur länderübergreifenden Ableitung von Hintergrundwerten.....	126

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	IX
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen.....	XIV
Inhaltsverzeichnis.....	XVI
<b>1 Einleitung und Veranlassung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen und Ziele des Forschungsvorhabens.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Definitionen und Begriffsbestimmungen.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Datengrundlage und Bewertung.....</b>	<b>11</b>
4.1 Profilinformatoren.....	11
4.1.1 Mindestanforderungen an die Datengrundlage.....	11
4.1.2 Zusammenführung geeigneter Daten aus den Ländern.....	12
4.1.3 Harmonisierung und Vergleichbarkeit der Daten.....	13
4.1.4 Zusammenfassung des Datenbestandes für die Reprä- sentanzprüfung von Profilen für die Ableitung anorganischer Stoffe.....	25
4.2 Flächeninformationen.....	27
4.2.1 Erstellung einer Karte der Bodenausgangsgesteine in der BRD im Maßstab 1:1.000.000 (BAG 1000).....	27
4.2.1.1 Vorgehensweise und Ergebnis.....	27
4.2.1.2 Inhaltliche Heterogenität der Legendeneinheiten.....	31
4.2.2 Karte der dominierenden Flächennutzung in der BRD im Maßstab 1:1.000.000 (HLN 1000).....	35
<b>5 Beziehung zwischen Elementgehalten im Königswasser- auszug und Totalgehalten (HF-Druckaufschluß, Röntgenfluoreszenzanalyse).....</b>	<b>38</b>
5.1 Auswahl der Proben.....	39
5.2 Analyseverfahren.....	40
5.3 Korrelations- und regressionsanalytische Untersuchungen.....	44
5.4 Ergebnisse und Diskussion des analytischen Vergleiches.....	46
5.4.1 Element- und substratdifferenzierte Untersuchungen.....	46
5.4.2 Anwendung der Regressionsfunktionen – Restriktionen.....	56
5.4.3 Prüfung auf Vereinfachung der Elementgehalt Um- rechnungen.....	60

6	<b>Prüfung der Pedoregionalen Repräsentanz der Datengrundlage zur Ausweisung von Hintergrundwerten anorganischer Stoffe in Oberböden.....</b>	<b>68</b>
6.1	Räumliche Verbreitung der Legendeneinheiten der BAG 1000.....	69
6.1.1	Regionalisierungskonzept.....	72
6.2	Inhaltliche Übereinstimmung von Profil- und Flächeninformationen bezogen auf Bodenausgangsgestein und Bodenart.....	78
6.3	Pedoregionale Repräsentanz der Legendeneinheiten der BAG 1000.....	82
6.4	Nutzungsdifferenzierte Repräsentanz der Legendeneinheiten der BAG 1000.....	85
7	<b>Hintergrundwerte anorganischer Stoffe in Böden.....</b>	<b>89</b>
7.1	Fortschreibung der länderübergreifenden Hintergrundwerte.....	89
7.2	Vergleich der länderübergreifenden Hintergrundwerte mit Daten der Länder.....	96
7.3	Flächenhafte Darstellung der bundesweiten repräsentativen Hintergrundwerte.....	101
8	<b>Maßstabsvergleich: Anwendung der Repräsentanzstudie auf Länderebene am Beispiel Niedersachsens.....</b>	<b>105</b>
8.1	Datenlage.....	105
8.1.1	Profilinformationen / Datengrundlage.....	105
8.1.2	Flächeninformationen.....	106
8.1.2.1	Erstellung einer Karte der Bodenausgangsgesteine in Niedersachsen im Maßstab 1:500000 (BAG 500).....	106
8.1.2.2	Inhaltliche Heterogenität der Legendeneinheiten.....	107
8.2	Pedoregionale Repräsentanz der Profile zur Ableitung von Hintergrundwerten in Niedersachsen.....	110
8.3	Nutzungsdifferenzierte Hintergrundwerte in Niedersachsen.....	114
9	<b>Konzept zur Prüfung der Flächenrepräsentanz von Profilen zur Ableitung von Hintergrundwerten organischer Stoffgruppen in Böden.....</b>	<b>117</b>
9.1	Auswertemethode zum Verhalten von Organika in Böden.....	117
9.1.1	Datenlage.....	118
9.1.2	Auswertung am Beispiel ausgewählter Stoffgruppen.....	120
9.2	Ergebnisse und Bewertung.....	120

10	Schlußfolgerungen und Empfehlungen .....	123
11	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	129
12	Literatur.....	135

Anlagen

Verzeichnis der Karten, Tabellen und Abbildungen in der Anlage