

BODENBERICHT SACHSEN-ANHALT 2014

GRUNDLAGEN, PARAMETER UND HINTERGRUNDWERTE



SACHSEN-ANHALT

MITTEILUNGEN ZU GEOLOGIE UND BERGWESEN VON SACHSEN-ANHALT

Band 18

BODENBERICHT SACHSEN-ANHALT 2014

GRUNDLAGEN, PARAMETER UND HINTERGRUNDWERTE



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Mitteilungen zu Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 18, 2014

Herausgeber:	Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt Köthener Straße 38, D-06118 Halle (Saale) Postfach 156, D-06035 Halle (Saale) Telefon: (03 45) 52 12-0 Telefax: (03 45) 5 22 99 10 E-Mail: poststelle@lagb.mw.sachsen-anhalt.de Internet: http://www.lagb.sachsen-anhalt.de
Präsident:	Kurt SCHNIEBER
Kartographie:	Thomas HÄUSLER, Sebastian ZEITZ, Simon SCHMIDT, Ines HEIBERT
Topographie:	Darstellung auf der Grundlage der Topographischen Karte 1:25 000. © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA, [2012, Az.: 011112]
Redaktion:	Dr. Stefan WANSA & Dr. Klaus-Jörg HARTMANN
Redaktionsschluss:	31.07.2014
Druck:	Druckhaus Schütze GmbH, Halle (Saale)
Titelbild:	Landwirtschaftlich genutzte Löss- bzw. Sandlössfläche zwischen Kütten und Rieda (Foto: HARTMANN, März 2014).

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder auf anderem Weg sowie die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers möglich.

Nicht zulässig ist die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.

Bodenbericht 2014

Inhalt

Vorwort	5
1. Die vorläufige Bodenkarte (VBK 50) des Landes Sachsen-Anhalt – Grundlagen, Methoden und Anwendungen (Klaus-Jörg HARTMANN)	7
1.1 Anlass	7
1.2 Flächenabgleich und Legendenzuweisung	8
1.3 Validierung und Qualitätsprüfung	10
1.4 Parameterbereitstellung zur inhaltlichen Kennzeichnung der Legendeneinheiten	16
1.5 Anwendungen	17
1.6 Ausblick	19
2. Anorganische Hintergrundwerte für Böden des Landes Sachsen-Anhalt (Klaus-Jörg HARTMANN, Wolfgang KAINZ, Reinhold JAHN & Uwe LANGER)	21
2.1 Einleitung	21
2.2 Regionale Ergebnisse	22
2.2.1 Die Auenlandschaften	22
2.2.2 Jung- und Altmoränen- sowie Löss- und Sandlösslandschaften des Tieflandes	27
2.2.3 Berg- und Hügelländer sowie Mittelgebirge (Harz)	27
3. Quellen	29
3.1 Literatur	29
3.2 Berichte und Datengrundlagen	31
Anhang	32
I. Grundlagen und bodenphysikalische Kennwerte für Bodenformen der VBK-Legende	34
Tab. I-1: Bodensystematisches Inventar der VBK mit absoluten und prozentualen Anteilen an der Fläche des Landes Sachsen-Anhalts	34
Tab. I-2: Substratinformationen nach KA5 (Ad-hoc-AG Boden 2005) und Datenbankschlüssel	35
Tab. I-3: C_{org} -Vorräte von Bodentypen der VBK	36
Tab. I-4: Physikalische Kennwerte (Mediane) für Horizonte der Löss- und Sandlösslandschaften	36
Tab. I-5: Physikalische Kennwerte (Mediane) wesentlicher Schichten im Harz	36
Tab. I-6: Auf Basis von Messwerten berechnete Kennwerte zur Wasserbindung	
a) Löss-Horizont-Gruppen	37
b) Sandlöss-Horizont-Gruppen	38
c) Gebirgslöss-Horizont-Gruppen	38
II. Beispiele hochauflösender Standortinformationen im Lössgebiet westlich von Magdeburg	39
Abb. II-1: Grundlagen	39
Abb. II-2: Schätzung des Tongehaltes	39
Abb. II-3: Bodenart	39
Abb. II-4: Nutzbare Feldkapazität (nFK)	40
Abb. II-5: Wasserleitfähigkeit im gesättigtem Zustand (kf-Wert)	40
Abb. II-6: Potentielle Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot})	40
Abb. II-7: Erodierbarkeit des Oberbodens (K-Faktor)	41
Abb. II-8: Wassererosionsgefährdung von Mineralböden	41
Abb. II-9: Steuerung der Bearbeitungstiefe	41

III. Datenblätter für Substrat-Horizont-Gruppen	42
Abb. III-1: Sedimente der Elbaue	42
Abb. III-2: Auensedimente der Bode und ihrer Nebenflüsse (fo-u, fo-t) sowie Helme- und Unstrut (fo-l)	44
Abb. III-3: Sedimente der Saaleaue (fo-eu)	45
Abb. III-4: Sedimente der Muldeaue (fo-l)	46
Abb. III-5: Niedermoor (og-Hn)	47
Abb. III-6: Niederungssand (f-s)	48
Abb. III-7: Geschiebedecksand (p-s)	49
Abb. III-8: Schmelzwassersand (fg-s)	50
Abb. III-9: Decklehm (p-l)	51
Abb. III-10: Geschiebelehm/-mergel (g-(k)l, g-(k)el)	52
Abb. III-11: Flugsand (a-s)	53
Abb. III-12: Lösssand (p-us)	54
Abb. III-13: Sandlöss (p-sl)	55
Abb. III-14: Lösslehm bzw. Löss (p-u)	56
Abb. III-15: Umgelagerter Löss	57
Abb. III-16: Sandsteine (^s) als Ausgangsgestein der Bodenbildung	58
Abb. III-17: Ton- (^t) und Schluffsteine (^u) als Ausgangsgestein der Bodenbildung	59
Abb. III-18: Carbonatische Sedimentgesteine (^car) als Ausgangsgestein der Bodenbildung	60
Abb. III-19: Tonschiefer (^tsf) als Ausgangsgestein der Bodenbildung	61
Abb. III-20: Grauwacken (^g) als Ausgangsgestein der Bodenbildung	62
Abb. III-21: Granite (+G) als Ausgangsgestein der Bodenbildung	63
IV. Ausgewählte Kartenbeispiele	64
Abb. IV-1a: Cd-Gehalte in Oberböden (50. Perzentil)	64
Abb. IV-1b: Cd-Gehalte im Untergrund (50. Perzentil)	65
Abb. IV-2a: Cr-Gehalte in Oberböden (50. Perzentil)	66
Abb. IV-2b: Cr-Gehalte im Untergrund (50. Perzentil)	67
Abb. IV-3a: Ni-Gehalte in Oberböden (50. Perzentil)	68
Abb. IV-3b: Ni-Gehalte im Untergrund (50. Perzentil)	69
Abb. IV-4a: Pb-Gehalte in Oberböden (50. Perzentil)	70
Abb. IV-4b: Pb-Gehalte im Untergrund (50. Perzentil)	71

Abkürzungsverzeichnis

BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BÜK	Bodenübersichtskarte, Maßstabsbereich ≤ 1:200.000
DIN	Unter Leitung des Deutschen Instituts für Normung erarbeiteter freiwilliger Standard
GFE	Geologische Forschung und Erkundung
GLA	Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAGB	Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Nachfolgeeinrichtung des GLA
LAU	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
MMK	Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung
TGL	Technischen Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen, verbindlicher Standard in der Deutschen Demokratischen Republik entsprechend DIN, gültig von 1955 bis 1990
VBK	Vorläufige digitale Bodenkarte, Maßstab 1:50.000

Vorwort



Zu den Aufgaben des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt gehört die Publikation aktueller geowissenschaftlicher Informationen über den Boden und den Untergrund des Landes. Zum Boden erfolgte die Publikation des letzten Berichtes im Jahr 2006. Es ist daher an der Zeit, neue Untersuchungsergebnisse zusammenzufassen und der interessierten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Hierbei gibt es zwei Schwerpunkte: die Dokumentation zur Erschließung und Bereitstellung mittelmaßstäbiger Flächeninformationen sowie eine Betrachtung zu den bodenkundlichen Hintergrundwerten wesentlicher Substrate in den Böden des Landes Sachsen-Anhalt. Im Anhang findet sich zu beiden Schwerpunkten eine umfangreiche Zusammenstellung von Kennwerten und Parametern.

Aktuelle Publikationen auf europäischer Ebene zur chemischen Zusammensetzung der Böden zeugen vom Bedarf an derartigen Fachinformationen in der Politik für die Umsetzung von Bodenschutzzielen sowie für ein nachhaltiges Verwaltungshandeln. Eine europaweit einheitliche Festlegung von Hintergrundwerten ist aufgrund geochemischer Unterschiede zwischen den Böden in Nord- und Südeuropa nicht möglich. Hintergrundwerte haben einen regionalen Bezug und liegen mit diesem Bericht in einer aktuellen Form für die Böden des Landes Sachsen-Anhalt vor.

Nach der Veröffentlichung der Bodenübersichtskarten 1:200.000 für die Regionen Magdeburg, Dessau und Halle folgte die Erarbeitung der Bodenübersichtskarte im Blattschnitt mit Herausgabe, digitaler Bereitstellung und Druck durch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Diese Arbeiten fanden mit der Veröffentlichung des Blattes Goslar 2012 ihren Abschluss. Um den aktuellen Bedarf an bodenkundlichen Informationen in größeren Maßstäben abzudecken, wurde die Vorläufige Digitale Bodenkarte (VBK) auf Basis vorhandener Unterlagen erstellt und weiterentwickelt. Für die Legendeneinheiten aller Maßstäbe liegen inhaltliche Beschreibungen, Kennwerte und Parameter vor, die für verschiedenartige thematische Fragestellungen fachliche Aussagen ermöglichen.

Die Hochwasserereignisse an Elbe, Saale und Mulde in den Jahren 2002 und 2013, die Wassererosionsereignisse 2011 in Riestedt oder der Staubsturm auf der A14 im April 2011 verdeutlichen den Bedarf an aktuellen bodenkundlichen Kenntnissen für das Land. Aus diesem Grund begleitet die Landesaufnahme die Bodenschätzer bei der Aufnahme von Muster- und Vergleichsstücken. Des Weiteren wurde auf Grundlage des Rundlasses zum „Aufbau und Betrieb des Bodenbeobachtungssystems des Landes Sachsen-Anhalt“ von 1996 ein Projekt zur Einrichtung von Referenzstandorten initiiert, das der Landesaufnahme zur Verbesserung der Datengrundlagen und gezielten Informationserfassung dient. Aus diesen Untersuchungen werden Hintergrundwerte abgeleitet, die direkt in Projekte der Umweltverwaltung einfließen.

Konzeptionell gilt es, die vorhandenen Informationen mit den verfügbaren Technologien weiter zu erschließen, zu entwickeln und qualitativ abzusichern. Nach Abschluss der VBK, in die aufgrund ihrer digitalen Verfügbarkeit kontinuierlich neue Erkenntnisse eingearbeitet werden können, verlagert sich der Schwerpunkt auf den Maßstabbereich 1:10.000. Für diesen Maßstab gibt es mit der Bodenschätzung, der forstlichen Standortserkundung und den Moorgutachten digitale Grundlagen, die es nomenklatorisch und inhaltlich zu harmonisieren gilt. Die genannten Projekte der Landesaufnahme dienen hier der Qualifizierung der vorhandenen Grundlagen. Die Entwicklung eines derartigen Projektes bietet mittelfristig die Perspektive, parametrisierte bodenkundliche Informationen für den Maßstabbereich 1:10.000 zu liefern.

Die in diesem Band vorgestellten Resultate basieren auf den Aktivitäten zahlreicher Kolleginnen und Kollegen, die seit den 1970er Jahren die Fläche des heutigen Landes Sachsen-Anhalt bodenkundlich und geologisch bearbeitet und dabei Daten erhoben und ausgewertet haben.

Stellvertretend für die bodenkundlichen Bearbeiter seien Prof. Dr. Manfred ALTERMANN, Jürgen MAUTSCHKE und Hans SCHRÖDER † (Arbeitsgruppe Bodengeologie, VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle) erwähnt. Ihre wesentliche Leistung besteht in der Aufnahme, Dokumentation und Analyse mehrerer tausend Profile, die heute einen essentiellen Bestandteil der Profildatenbank des LAGB und die Grundlage für weitergehende Auswertungen bilden.

Die aktuellen Schurfauftnahmen erfolgten in Zusammenarbeit mit der Forstlichen Standortkartierung und den Bodenschätzern der Oberfinanzdirektion Sachsen-Anhalt. Stellvertretend für die Standortkartierung seien die Kollegen Horst-Dieter KÜMMEL, Wolfgang SCHMIDT und Falko OHLMEYER, für die Bodenschätzung Dr. Undine EICHELBAUM, Walter RICHTER † und Dr. Jens ABRAHAM genannt.

Einen zentralen Beitrag zur Validierung und Qualitätsprüfung der VBK leistete Dr. Markus MÖLLER (Institut für Geowissenschaften und Geographie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg).

Dr. Eberhard VETTERLEIN † (Bereich Bodenkunde/Fernerkundung Eberswalde des Forschungszentrum Bodenfruchtbarkeit Müncheberg – Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR) gebührt Anerkennung für die methodische Entwicklung der Substrat-Horizont-Gruppen. Dr. Leif IKELS und Prof. Dr. Gerd WESSOLEK (Fachgebiet Standortkunde und Bodenschutz der TU Berlin) haben die weiterführende Auswertung zu den bodenphysikalischen Kennwerten vorgenommen.

Die Berechnungen der C_{org} -Vorräte für das Land Sachsen-Anhalt sowie deren spezielle Betrachtung in Mooren basieren auf Arbeiten von Dr. Mengistu ABIY, Anke WITT, Ariane LIEBACK und Prof. Dr. Franz MAKESCHIN (Institut für Bodenkunde und Standortlehre der TU Dresden).

Die Primärdaten wären nicht ohne die langjährige Laboranalytik unterschiedlicher Einrichtungen in verschiedenen Konstellationen entstanden. Stellvertretend seien die Leiter der Labore Claudia FLEISCHER (Landesamt für Geologie und Bergwesen) und Dr. Christian SCHÜTZ (Landesamt für Umweltschutz) erwähnt. Allen genannten und ungenannten Kollegen, die für diesen Bericht mit die Grundlagen geschaffen haben, sei an dieser Stelle gedankt.



Kurt Schnieber
Präsident des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

1. Die vorläufige Bodenkarte (VBK 50) des Landes Sachsen-Anhalt – Grundlagen, Methoden und Anwendungen

Klaus-Jörg HARTMANN

1.1 Anlass

Der Bedarf an Bodeninformationen ist vielfältig. Zu ihrem Nutzerkreis gehören Land- und Forstwirtschaft sowie verschiedene Verwaltungsebenen der Landes-, Regional- und Vorhabensplanung. Naturgemäß unterscheiden sich die Anforderungen dieses heterogenen Nutzerkreises deutlich voneinander und reichen von großmaßstäbigen, flächenscharfen Informationen bis zu mittel- und kleinmaßstäbigen Übersichtsdarstellungen. Für das Land Sachsen-Anhalt liegen mit der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) und den Bodenübersichtskarten (BÜK 200/400) Karten in den Maßstäben 1:100.000, 1:200.000 und 1:400.000 vor. Für die Maßstabsbereiche 1:25.000 bzw. 50.000 und 1:10.000 existieren vielfältige regionale Bearbeitungen (Abb. 1). Einheitliche flächendeckende Informationen fehlen bis heute. Die für den Maßstab 1:50.000 ursprünglich geplante, blattschnittweise Bodenkartierung (SCHRÖDER et al. 1998) war in dieser Form aus technischen Gründen nicht realisierbar. Um den dringenden Bedarf an landesweiten bodenkundlichen Informationen im mittleren Maßstab abzudecken, wurde eine Vorläufige Digitale Bodenkarte (VBK) im Maßstab 1:50.000 auf Grundlage vorhandener Unterlagen konzipiert und erstellt. Hierfür war wegen der Heterogenität der Grundlagen als erster und wesentlicher Schritt die Entwicklung einer einheitlichen und praxistauglichen Legende erforderlich. Als weiterer Schritt erfolgte die inhaltliche und räumliche Aggregation der einzelnen Polygone zu Kartiereinheiten.

Die für das Land Sachsen-Anhalt vorliegenden bodenkundlichen Unterlagen lassen sich in 5 Komplexe gliedern (Tab. 1) (ALTERMANN et al. 1991; SCHRÖDER et al. 1998):

- Die Bodenregionalkarte Halle und Umgebung sowie die Bodenkarte Klötze (Altmark) bilden die Kartierungsergebnisse im mittleren Maßstab der bodenkundlichen Landesaufnahme für die zweite Hälfte der 1990er Jahre. Ihre inhaltliche und räumliche Auflösung entspricht den Anforderungen an diesen Maßstab. Die Legendeneinheiten bilden boden- und substratsystematische Informationen ab.
- Objektkartierungen wurden in den Maßstäben 1:25.000 und 1:10.000 durchgeführt. Während sich der Zeitraum der Aufnahmen im Maßstab 1:10.000 auf wenige Jahre beschränkte, erstreckten sich die Kartierungen im Maßstab 1:25.000 über mehr als 20 Jahre. In diesem Zeitraum haben u. a. Änderungen und Weiterentwicklungen von Nomenklaturen stattgefunden, so dass sich die einzelnen Werke inhaltlich und darstellungstechnisch unterscheiden können.
- Die mit 3 bis 6 gekennzeichneten Quellen (Tab. 1) sind in der Nomenklatur homogen. Die MMK-Arbeitskarten und Objektkartierungen 1:10.000 enthalten pro Legendeneinheit eine Angabe zu Substrat und Bodentyp. In den Berichten der Objektkartierungen und dem MMK-Dokumentationsblatt A liegen Legendeneinheiten mit umfangreichen weiteren Informationen vor.
- Die Kippenkarten geben das Inventar der Einheit substratorientiert wieder. Aufgrund der Heterogenität des verkippten Bodenmaterials können verschiedenartige Eigenschaften nebeneinander auftreten, was sich auf Art und Umfang der Legendeneinheiten auswirkt. Für die VBK mussten diese Einheiten homogenisiert und vereinfacht werden.
- Die Forstverwaltung bearbeitete die forstliche Standortserkundung. Die Kartierung erfolgte nach einem forstspezifischen Regelwerk, in dem die Forstbodenformen aus einer Kombination von Bodentyp, Substrattyp und Nährstoffausstattung bestehen. Für die Verwendung in der VBK wurden die Forstbodenformen auf Grundlage von Bodenformenkatalogen (SCHWANECKE 1993; SCHULZE 1998) und Bodenschürfen in die Nomenklatur der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005) übertragen. Diese Informationen stehen bei Bedarf auch externen Nutzern zur Verfügung.

Weiterhin sind die von 1957 bis 1972 für die Moorflächen des Landes erstellten Moorgutachten zu erwähnen. Diese Informationen liegen zwar digital vor, gingen aber nicht in die VBK ein. Dies ist darin begründet, dass sich seit der Gutachtenerstellung Moorausdehnung und Torfmächtigkeit stark verändert haben. Diese Unterlagen sind damit für Fragen der Bodenentwicklung interessant, spiegeln aber nicht den aktuellen Zustand wider.

Tab. 1: Kennzeichnende Angaben zu wesentlichen Grundlagen der VBK

Quelle	Maßstab	Fläche in ha	Polygone	% Landesfläche	Abschluss
1. Gedruckte Bodenkarten	1:50.000				
• Halle und Umgebung		159.063	3.268	7,7 %	1996
• Klötze (Altmark)		50.237	3.148	2,4 %	1998
2. Objektkartierungen 1:25.000	1:25.000	557.308	8.324	27,3 %	
• Altmark		367.322	4.124	18,0 %	1972
• Börde		77.204	1.118	3,8 %	1974
• Lutherstadt Wittenberg		12.773	743	0,6 %	1980
• Burg		9.974	706	0,5 %	1984
• Harz		27.156	1.768	1,3 %	
• Kreiskarte Bitterfeld		23.567	417	1,2 %	1991
• Gardelegen		25.440	374	1,2 %	1993
• Drömling		17.304	396	0,8 %	1996
• Seehausen		23.722	446	1,2 %	-
3. MMK-Arbeitskarten	1:25.000	883.388	10.221	43,2 %	1980
4. Kippenkarten (KBK)	1:25.000	23.821	405	1,2 %	2001
5. Objektkartierungen 1:10.000	1:10.000	179.899	9.172	8,8 %	
• Königsborn		8.941	1.007	0,4 %	1970
• Zerbst, Leitzkau – Steutz – Gommern		93.208	4.914	4,6 %	1973
• Börde		65.880	2.432	3,2 %	1974
• Fischbeck		11.870	819	0,6 %	1975
6. Forstliche Standortserkundung	1:10.000	238.419	26.437	11,7 %	-

Die Legende der VBK beschreibt die Einheiten anhand der Bodenform, die sowohl boden- als auch substrat-systematische Informationen enthält. Die Legendenbildung folgt den Vorgaben der KA4/5 (AG Boden 1994; AD-HOC-AG BODEN 2005). In Anlehnung an die hierarchische/systematische Gliederung der Kartieranleitungen entspricht die bodensystematische Einordnung dem Boden(sub)typ und die substratsystematische Einordnung der Substratklasse. Aktuell weist die VBK 45 Bodensubtypen auf (Anhang Tab. I-1).

1.2 Flächenabgleich und Legendenzuweisung

Der Arbeitsablauf zum Flächenabgleich und zur Legendenzuweisung beinhaltet folgende Schritte:

- 1 Digitalisierung großmaßstäbiger Ausgangsunterlagen aus Objektkartierungen (Tab. 1).
- 2 Digitalisierung von MMK-Arbeitskarten und Karten der forstlichen Standortkartierung für Flächen, auf denen keine Objektkartierung stattgefunden hat.
- 3 Ergänzung von Informationen zu Geologie, Geogenese und Substrat auf Grundlage der MMK-Dokumentationsblätter A (SCHMIDT & DIEMANN 1981) durch automatisierte räumliche Zuordnung und interaktive Nachbearbeitung. Die Zuordnung der Informationen des Dokumentationsblattes A zu den digitalisierten Konturen erfolgte mit Hilfe einer ArcView-Programmierung. Für diese Zuweisung wurden die prozentualen Übereinstimmungen der Flächen bestimmt. Bei einer Übereinstimmung > 80 % wurden die Attribute des jeweiligen Dokumentationsblattes automatisch zugewiesen. Bei geringeren oder keinen Übereinstimmungen fand eine interaktive Nachbearbeitung statt.
- 4 Übertragung der Bodeneinheiten aus der Nomenklatur der TGL 24.300 in die aktuelle bodenkundliche Nomenklatur (AD-HOC-AG BODEN 2005; ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK 1998; HARTMANN & KAINZ 1997; ALTERMANN & KÜHN 1994).

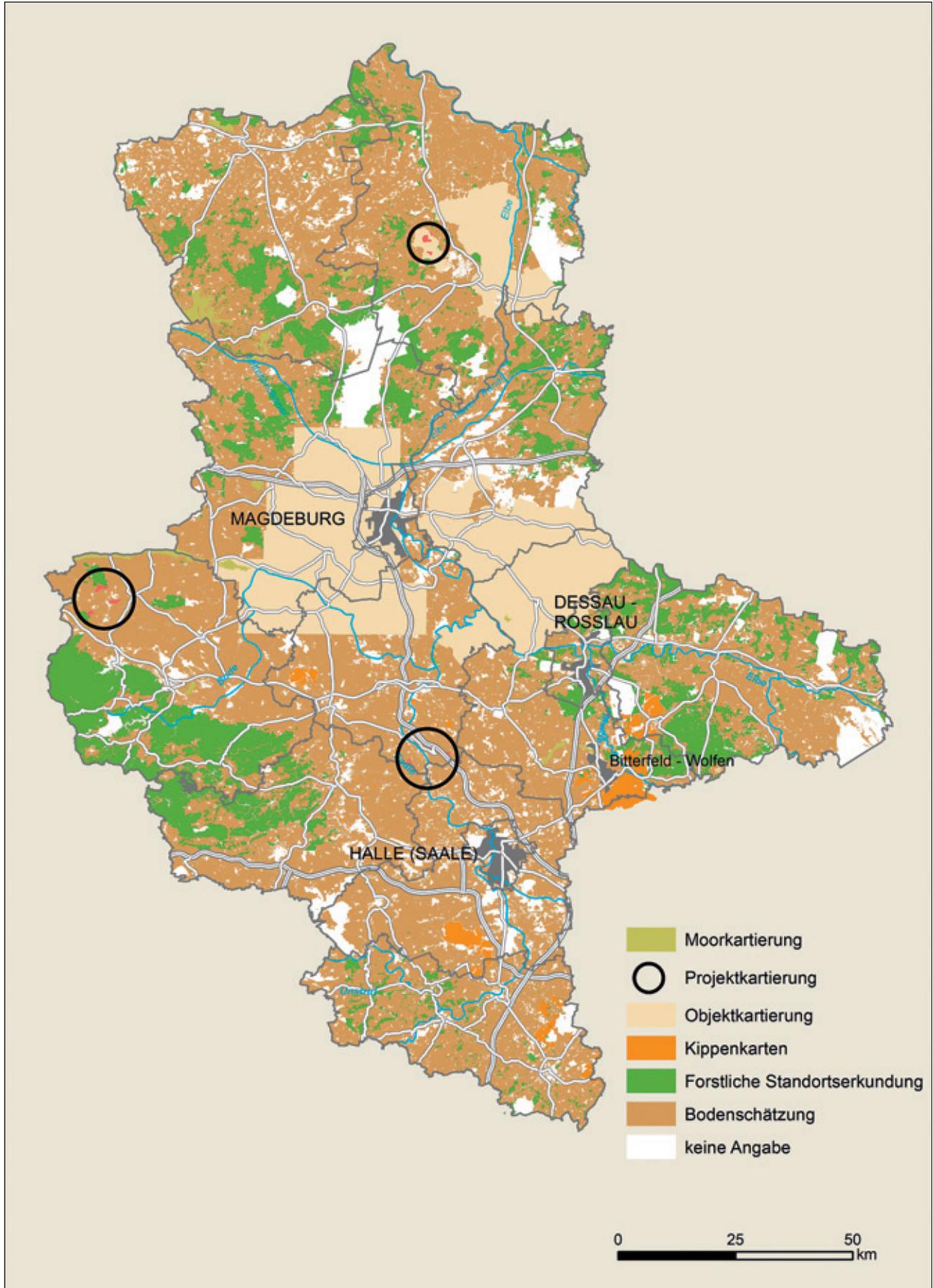


Abb. 1: Großmaßstäbige bodenkundliche Flächeninformationen in Sachsen-Anhalt

Die Legendeneinheit entspricht einer Bodenform. Die Bodenform ist die Kombination aus jeweils einer boden- und einer substratsystematischen Einheit. Beide Komponenten verwenden die geltende Systematik (AD-HOC-AG BODEN 2005; ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK 1998). Auf die in diesem Maßstab übliche Angabe von Bodengesellschaften wurde aufgrund der in ihrer Informationstiefe sehr heterogenen Ausgangsunterlagen verzichtet. Ein vollständiger inhaltlicher und räumlicher Abgleich dieser Unterlagen würde einen Aufwand verursachen, der einer Neukartierung nahekäme.

Jede Kontur der VBK ist über die Legendenummer mit der zugehörigen inhaltlichen Beschreibung der Bodenform verknüpft, die sich in einer Datenbank befindet. Die bodensystematische Einheit wird über den Bodensubtyp beschrieben. Die substratsystematische Einheit besteht aus einer Schlüsselkombination mit Informationen zu Genese, Skelettanteil, Kalkgehalt und Bodenart (Anhang I-2).

Sofern die Ausgangsunterlagen für anthropogen überprägte Areale keine weitere bodenkundliche Differenzierung zuließen, erfolgte in einem ersten Schritt die Zuweisung von Kippenböden/Bergbau bzw. anthropogenen Nutzungen. Zur weitergehenden Untergliederung können ATKIS-Informationen dienen.

- 5 Durch Verschneidung mit Topographieinformationen (ATKIS) wurden bestimmte Flächeninformationen, wie Gewässer oder anthropogene Böden (bspw. bebaute Siedlungsräume, Kippen, Halden, Restlöcher, Deponien, Steinbrüche, Bereiche industrieller und gewerblicher Bebauung), ergänzt.
- 6 Räumliche und inhaltliche Aggregierung der Konturen zu einer Mindestflächengröße erfolgten durch:
 - a) teilautomatisierte Aggregierung zu einer Mindestflächengröße > 2,5 ha durch Einsatz eines ArcGIS-Standardtools (Maßstabseignung 1:25.000; Tab. 2);
 - b) inhaltliche Prüfung und fachlich/räumlich begründete Aggregierung aller Konturen < 10 ha mit Hilfe einer ArcView-Extension (Zielmaßstab 1:50.000; Tab. 2);
 - c) Einzelprüfung aller Einheiten mit Bezug auf angrenzende Einheiten und inhaltliche Aggregierung mit einer ArcView-Extension.
- 7 Abschließende Prüfung und Flächenabgleich der Konturen mit Gewässern und anthropogenen Elementen aus Luftbildern sowie CIR-luftbildgestützten Biotop- und Nutzungstypen (PETERSON & LANGNER 1992).

Tab. 2: Maßstabsbedingte Mindestflächengrößen

Maßstab	FORBES et al. 1987
5.000	0,1 ha
10.000	0,4 ha
25.000	2,5 ha
50.000	10,0 ha
100.000	40,0 ha
200.000	160 ha (1,6 km ²)
250.000	250 ha (2,5 km ²)
500.000	1.000 ha (10,0 km ²)
1.000.000	4.000 ha (40,0 km ²)

1.3 Validierung und Qualitätsprüfung

Die bodenkundlichen Konturen und Flächeninformationen der Karte wurden mit programmierten Algorithmen geprüft. Umfang und Art der automatisierten, objektivierten Validierung und Qualitätsprüfung hängen von der aufgebauten Datenbasis ab. Die Methode zur Validierung und Qualitätsprüfung folgt u. a. den in Tab. 3 aufgeführten Kriterien. Auf diese Weise ist die Prüfung der Legendenzuweisung jeder VBK-Kontur nachvollziehbar.

Mit der Entwicklung der Datenbasis in Richtung Bodenkarte sinkt der objektiv formalisierbare Charakter der Einheiten und das eingeflossene Expertenwissen nimmt zu. Dies hängt u. a. mit der in Deutschland gültigen Bodensystematik zusammen, die aus einer Mischung von deskriptiver Systematik und grenzwertbasierter Klassifikation besteht (ALBRECHT et al. 2005a). Zur Ableitung bodensystematischer Einheiten lassen sich Kriterien und Schlüssel Listen formulieren (AD-HOC-AG BODEN 2005; ALBRECHT et al. 2005b). Die Ansprüche an Qualität, Umfang und Auflösung der zugrunde liegenden Daten hängen von der inhaltlichen und räumlichen Differenziertheit der Einheiten ab. Die Methodik der Ableitung bodensystematischer Einheiten ist nicht maß-

Tab. 3: Auf Basis vorhandener Informationen entwickelte Ableitungskriterien für Bodentypengesellschaften im Schwarzerdegebiet (HARTMANN 2006)

	Bodentypengesellschaft	Kriterien
A	RR, BB-RR	<ul style="list-style-type: none"> • relative Profilkrümmung > 30
B	RN, BB-RN, (BB)	<ul style="list-style-type: none"> • Hangneigung > 4° • Mittelwert Strahlungsenergie vom 21. Juni bis 21. Dezember > 4000 Watt/m² • kleinflächiges Auftreten
C	BB, BB-RN, RN-BB, RN	<ul style="list-style-type: none"> • Hangneigung > 4° • Mittelwert Strahlungsenergie vom 21. Juni bis 21. Dezember > 4000 Watt/m²
D	TC, (TT, BB-TC)	<ul style="list-style-type: none"> • 500–550 mm Jahresniederschlag • klimatische Wasserbilanz < -3,4 • Hangneigung < 1° • Carbonatgehalt < 9 dm unter Flur (DOK A MMK)
E	TT, BB-TT, (TC)	<ul style="list-style-type: none"> • 500–550 mm Jahresniederschlag • klimatische Wasserbilanz < -3,4
F	TT-LL, LL-TT, BB-TT, (LL, LF)	<ul style="list-style-type: none"> • 550–600 mm Jahresniederschlag • klimatische Wasserbilanz zwischen -3,4 und 31,1
G	LL, LF, (SS-LL, SS-LF, BB-LL, BB-LF)	<ul style="list-style-type: none"> • klimatische Wasserbilanz > 31,1
H	YK, GG-YK, GG-TT, GG-LL	<ul style="list-style-type: none"> • relative Profilkrümmung < -20
I	AB, GG-AB, AB-GG, GG, YK, GG-YK	<ul style="list-style-type: none"> • Überflutungssimulation • Mindestflächengröße > 160 ha • Überflutungshöhe 1,3 m

stabsabhängig. Der Maßstab der Aussagen resultiert aus dem Maßstab der Eingangsdaten. Aggregation und Generalisierung für den Zielmaßstab erfolgen ggf. in einem weiteren Bearbeitungsschritt. Die Darstellbarkeit der Mindestflächengröße bildet das wesentliche Ausgrenzungskriterium (Tab. 2). Kriterien sind durch die Legendensystematik, Plausibilität und Lage in der Landschaft gegeben. Die verschiedenen Faktoren bedingen und beeinflussen einander. Präzisierende Informationen können ATKIS- bzw. CORINE-Themen (Tab. 4) sowie digitale Geländemodelle (Tab. 5) bieten.

Tab. 4: Prüfkriterien: Nutzung und bodensystematische Einheiten (vereinfacht)

Nutzung	Bodensystematische Einheit
Anthropogen	anthropogene Böden, Kippenböden, terrestrische Rohböden. Ah/C-Böden
Nadelwald	Podsole
Heide	Podsole, Regosole
Trockenrasen	Ranker, Regosole, Rendzinen
Grünland + Gewässer	Gleye, Moore
Grünland + Fließgewässer	Gleye, Auenböden, Moore
Grünland + Relief	Pseudogleye, Gleye, Moore

Digitale Geländemodelle ermöglichen die Ableitung und Simulation geomorphographischer Einheiten verschiedener Komplexität (Hangneigungen, Massenbewegungen, Überflutungssituationen etc.). Diese Informationen korrelieren mit bodensystematischen Einheiten und bilden eine Grundlage für deren Plausibilitätsprüfung. Möglichkeiten und Qualität einer derartigen Prüfung hängen von einzelnen bodenbildenden Faktoren sowie systematischen Einheiten und deren Lage im Raum ab. Semiterrestrische Böden, insbesondere in Auen, lassen sich durch die Analyse digitaler Geländedaten und dem Kriterium „Höhe über Tiefenlinie“ (Gewässerspiegel) systematisch einordnen bzw. abgrenzen. Bei den terrestrischen Böden gestaltet sich dies in Abhängigkeit von der systematischen Ebene komplexer.

Tab. 5: Prüfkriterien: einfache geomorphographische Einheit – Bodenklassen/-typen (vereinfacht)

Einfache geomorphographische Einheit	Massenbewegung	Bodenklasse/-typ
Kuppen	negativ	<ul style="list-style-type: none"> • terrestrische Rohböden • Ah/C-Böden
Hang	negativ	<ul style="list-style-type: none"> • terrestrische Rohböden • Ah/C-Böden
Ebene	neutral	<ul style="list-style-type: none"> • Schwarzerden • Braunerden • Lessives • Podsole
Senke	positiv	<ul style="list-style-type: none"> • Kolluvisole • Gleye • Auenböden • Moore

Die Legendeneinheiten resultieren aus Kombinationen und Interpretationen verschiedener Eingangsinformationen. Auf Grundlage der vorhandenen Eingangsinformationen lassen sich Kriterien (Tab. 6) formulieren und deren Erfüllung zwischen 0 (gar nicht erfüllt) und 1 (vollständig erfüllt) klassifiziert in einer Matrix abbilden. Für die einzelne Fläche entsteht ein Wert, der die Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zu einer Legendeneinheit (Zielkategorie) einschätzt (HANNEMANN 2005). Diese Werte beschreiben die Sicherheit der Legendenzuweisung für eine Fläche. Je höher der Wert ist, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die jeweilige Einheit angetroffen wird. Die Bestätigung erfolgt stichprobenartig mit realen Bodenprofilen. Die Vorgehensweise gliedert sich entsprechend Abb. 2 in die Schritte:

Reliefanalyse (1) → Prüfung VBK/BRK (2) → Zuweisung (3) → Bewertung (4).

Die Reliefanalyse beinhaltet die Ableitung der bodenkundlich interpretierbaren Reliefattribute Floodplain-Index (FPI) und Massenbilanz-Index (MBI):

- Der MBI quantifiziert den Grad der Hangüberformung durch Umlagerungsprozesse als Kombination der Reliefattribute Neigung (N), Vertikalkrümmung (VK) und Höhe über Tiefenlinie (HUT):
 - hohe bzw. positive MBI-Werte repräsentieren konvexe Oberhangbereiche (Erosion);
 - negative Werte Senken- und konkave Unterhangbereiche (Sedimentation);
 - ausgeglichene Massenbilanzen treten im Mittelhangbereich sowie im Übergang von Unterhang- zu Senkenbereichen auf. Hier entspricht die Erosionsrate etwa der Sedimentationsrate, so dass sich der Index um 0 bewegt. Dies gilt auch in flachen und ebenen Gebieten, wo reliefbedingte Massenbewegungen kaum vorkommen.
- Der FPI ergibt sich aus der Kombination der Reliefattribute Neigung (N), Bodenfeuchte-Index (BFI) und Höhe über Tiefenlinie (HUT) (Tab. 6). Hierbei gilt die Annahme, dass Auenbereiche durch eine geringe Neigung (N = min), eine minimale Entfernung von der Tiefenlinie bzw. dem Gewässernetz (HUT = min) sowie eine hohe potenzielle Akkumulation reliefbedingter Abflüsse (BFI = max) gekennzeichnet sind.

Bei der VBK-Prüfung wurden durch die merkmalsbezogene und räumliche Gruppierung der bodenkundlich relevanten Reliefableitungen N, VK, BFI und HUT (Tab. 6) Reliefobjekte generiert. Dabei wird vorausgesetzt, dass zwischen Reliefobjekten und Bodenverhältnissen ein enger Zusammenhang hinsichtlich räumlicher Verteilung und Abgrenzung besteht (MÖLLER et al. 2008). Die anschließende geometrische Verschneidung der Reliefobjekte mit den VBK 50-Konturen ergibt Relief-Boden-Objekte. Die zum jeweiligen Relief-Boden-Objekt gehörenden Mittelwerte der Reliefattribute FPI, HUT und MBI gehen in eine Cluster-Analyse und Fuzzy-Klassifikation ein (Abb. 2).

Im Zuge der Clusteranalyse entstehen für die einzelnen Merkmale Wertintervalle. Die Höhe der einzelnen Werte sowie ihre charakteristische Kombination entsprechen genetischen Kriterien von KA5-Bodenklassen (Tab. 7). Nach diesen Kriterien lassen sich die KA5-Bodenklassen der Gleye und Moore, Pseudogleye und Podsole sowie Braunerden und Lessivé nicht eindeutig voneinander unterscheiden, weshalb diese bei der weiteren Bearbeitung als jeweils eine Klasse betrachtet wurden.

Tab. 6: Kürzel Definition (1 Reliefeanalyse)

N	Neigung	Winkel des größten Gefälles in Grad (°) oder Prozent (%)
VK	Vertikalkrümmung	Veränderung der Neigungsstärke in Richtung des potenziellen Wasserflusses
BFI	Bodenfeuchte-Index	Grad der reliefabhängigen Feuchteverteilung
HUT	Höhe über Tiefenlinie	Höhendifferenz zur Tiefenlinie
MBIK	Massenbilanz-Index	Tendenz zum Bodenabtrag oder Bodenakkumulation
FPI	Floodplain-Index	Grad der Auenzugehörigkeit

Tab. 7: Typische Werteintervalle zur Ableitung von Bodenklassen

Klasse	KA5-Bodenklasse	Floodplain-Index	Höhe über Tiefenlinie	Massenbilanz-Index
A	Auenböden	0,1 bis 0,4	0 bis 0,2	-0,5 bis 0,2
G-H	Gleye und Moore	0,2 bis 0,4	0 bis 0,2	-0,4 bis 0,2
Y	Kolluvien	-	-	-0,3 bis 1,0
S-P	Pseudogleye und Podsole	-	-	0,1 bis 1,3
B-L	Braunerden und Lessives	-	-	0,1 bis 1,4
T	Tschernoseme	-	-	-0,1 bis 0,9
R	A/C-Böden	-	-	1,2 bis 2,3
O	Rohböden	-	-	3,5 bis 4,5
D	Pelosole	-	-	1,5 bis 2,5

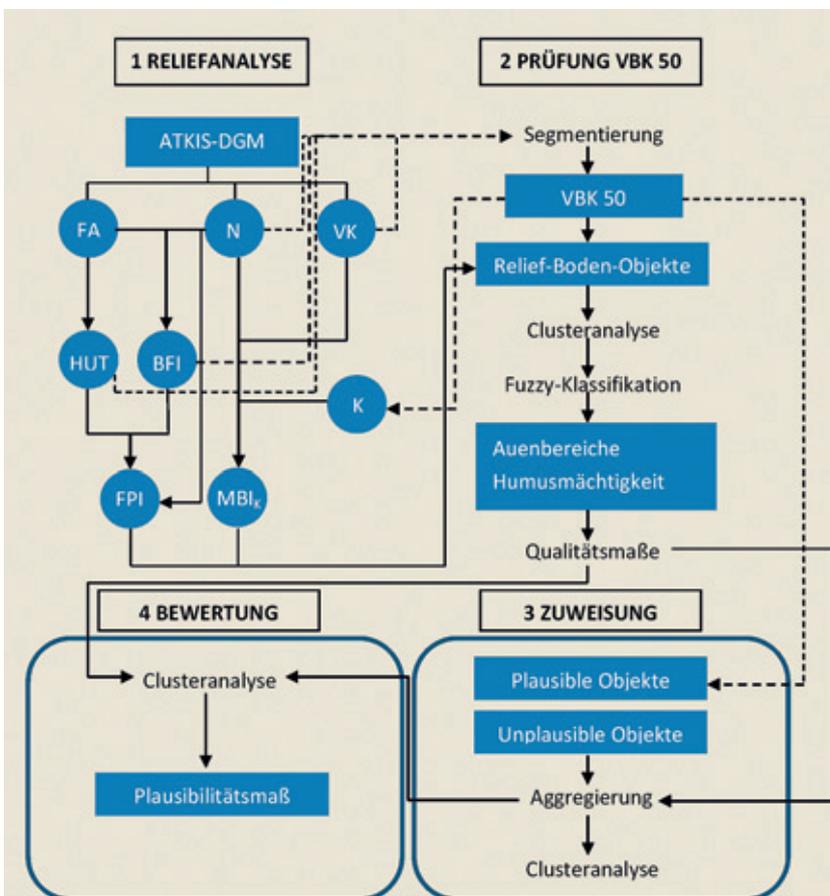


Abb. 2: Ablauf der VBK 50-Plausibilitätsüberprüfung mit Bezug auf Reliefeigenschaften

Jedes Relief-Boden-Objekt kann durch mehrere Klassenzugehörigkeiten gekennzeichnet sein. Daraus können Qualitätsmaße abgeleitet werden. Die Klassifikationsstärke kennzeichnet die Sicherheit der Klassenzugehörigkeit bzw. den Wahrheitsgehalt der besten Klasse. Die Klassifikationsstabilität ist das Verhältnis zwischen den Zugehörigkeiten der besten und zweitbesten Klasse.

Die Zuweisung beinhaltet die geometrische Aggregation mit der inhaltlichen Einordnung von plausiblen und weniger plausiblen Relief-Boden-Objekten sowie die iterative Nachbarschaftsanalyse. Allen durch die Reliefklassifikation bestätigten Relief-Boden-Objekten wurden ihre ursprünglichen VBK 50-Informationen zugewiesen. Flächen mit einer Größe von < 2,5 ha wurden zur größten Nachbarfläche mit derselben ursprünglichen VBK-Einheit hinzugefügt. Die numerischen Werte der Relief- und Qualitätsmerkmale wurden flächengewichtet übernommen.

Die iterative Nachbarschaftsanalyse entspricht einer nachbarschaftsbezogenen Objekt-Abfrage der Bodenverwandtschaft nach den genannten Kriterien (Tab. 3-5 und 7). Dabei werden Relief-Boden-Objekten, die nicht durch die Reliefklassifikation bestätigt wurden, benachbarten Objekten mit ähnlichen Bodenformen zugeordnet.

Die Qualitätsmaße und die resultierenden Flächengrößen bilden die Grundlage für die Bewertung der Relief-Boden-Objekte. Jedem Relief-Boden-Objekt wird ein Klassifikations-Index KI zugewiesen, der das Ergebnis einer iterativen Abfrageprozedur ist (Abb. 3). Die Einheiten erhalten in einer separaten Spalte den Klassifikations-Index (Tab. 8).

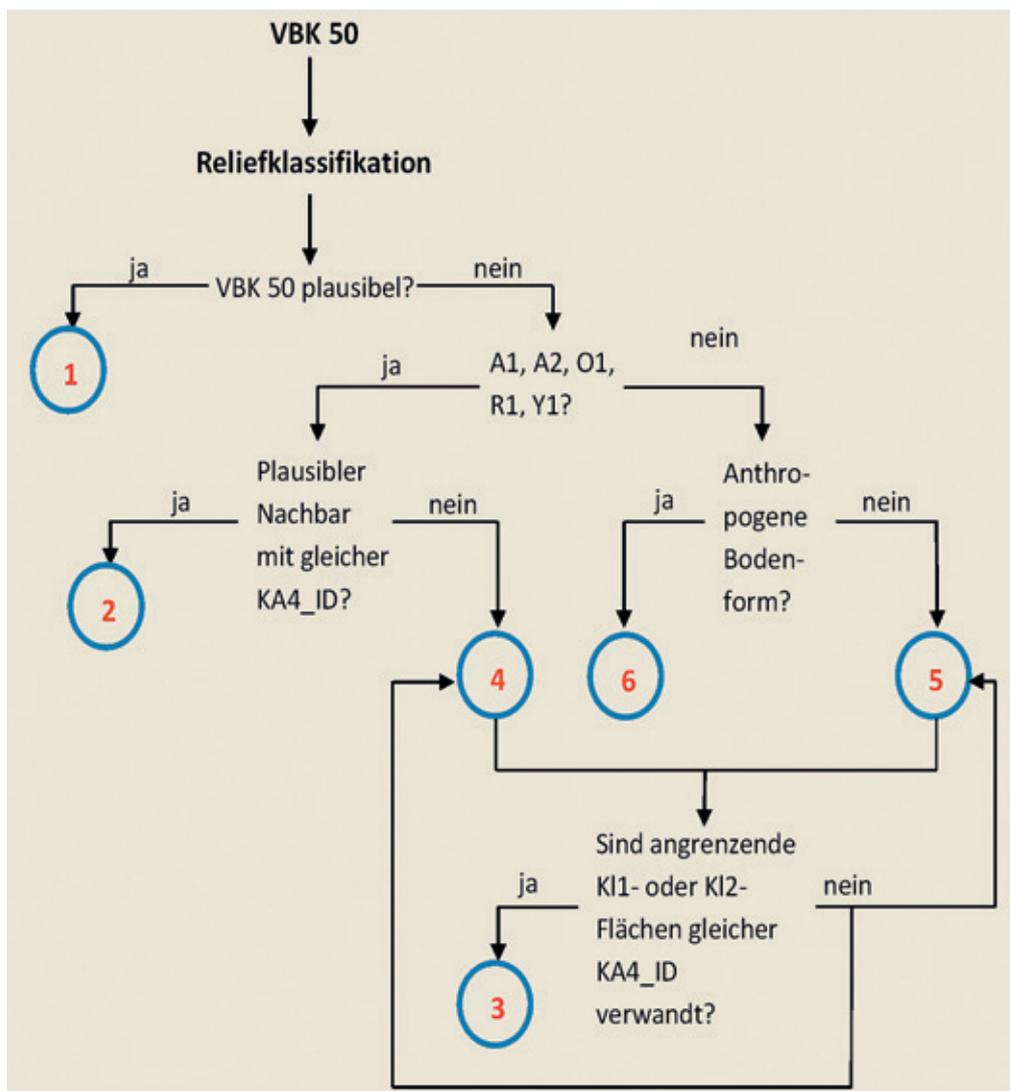


Abb. 3: Fließschema zur Ableitung des Klassifikations-Index KI

Tab. 8: Inhaltliche Kennzeichnung der Klassifikations-Indizes KI

	Kennzeichnung	Ergebnis	Fläche
KI 1	voll klassifiziert	plausibel, Klassifikation durch Prüfung bestätigt	63,1 %
KI 2	neu klassifiziert	Neuklassifikation auf Grundlage einer Nachbarschaftsanalyse	12,7 %
KI 3	nach klassifiziert	räumliche bzw. inhaltliche Prüfung der KI 4- und 5-Flächen	13,1 %
KI 3a		räumlicher Abgleich fehl- bzw. nicht klassifizierter Flächen, die an inhaltlich verwandte KI 1- oder KI 2- Flächen grenzen	(12,3 %)
KI 3b		inhaltliche Anpassung der boden- bzw. substratsystematischen VBK-Einheit an die abgeleitete Bodenklasse	(0,5 %)
KI 3c		Bestätigung von VBK und Bodenklasse aufgrund von Substratkomponenten	(0,3 %)
KI 4	fehl klassifiziert	klassifizierte Flächen, deren KA5-Bodenklasse weder inhaltlich noch räumlich einer VBK-Einheit entspricht	1,3 %
KI 5	nicht klassifiziert	Anwendung der Klassifizierungsregeln führen zu keinem Ergebnis	0,4 %
KI 6	unklassifizierbar	aufgrund anthropogener Genese sind die Klassifizierungsregeln nicht anwendbar	0,8 %
KI 7	kein Boden	anthropogene Flächen, Seen, Flüsse und andere Gewässer, für die die Regeln nicht relevant sind	8,7 %

Ein weiterer verwendeter Kennwert ist das Plausibilitätsmaß (PM), das jeden KI-Wert bezüglich seines „Wahrheitsgehaltes“, also der Plausibilität, kennzeichnet (Abb. 4). Hohe Werte stehen für eine große Plausibilität, niedrige Werte für eine geringe Plausibilität des KI-Indexes. Bei einem Plausibilitätsmaß > 0.5 wird davon ausgegangen, dass die Einordnung der VBK-Einheit stabil und zufriedenstellend ist.

Bei den Konturen mit den Klassifikationsindizes KI 1 bis KI 5 bleiben die qualitätseinschätzenden Informationen „Werte des Merkmals“ und „Plausibilitätsmaß“ in der digitalen VBK als Attribut erhalten. Im Fall konkreter Flächenbetrachtungen sollten insbesondere bei KI 3, 4 und 5 perspektivisch individuellere Prüfungen und gegebenenfalls Korrekturen erfolgen. Mit der Verfügbarkeit der o. g. qualitätseinschätzenden Informationen ist auch die Möglichkeit gegeben, die Aussagegenauigkeit von Konturen der VBK im Zusammenhang mit der Dynamik von Landschaften (bspw. Erosions- und Sedimentationsprozesse) und dem Aufnahmezeitpunkt der verschiedenen Unterlagen zu betrachten.

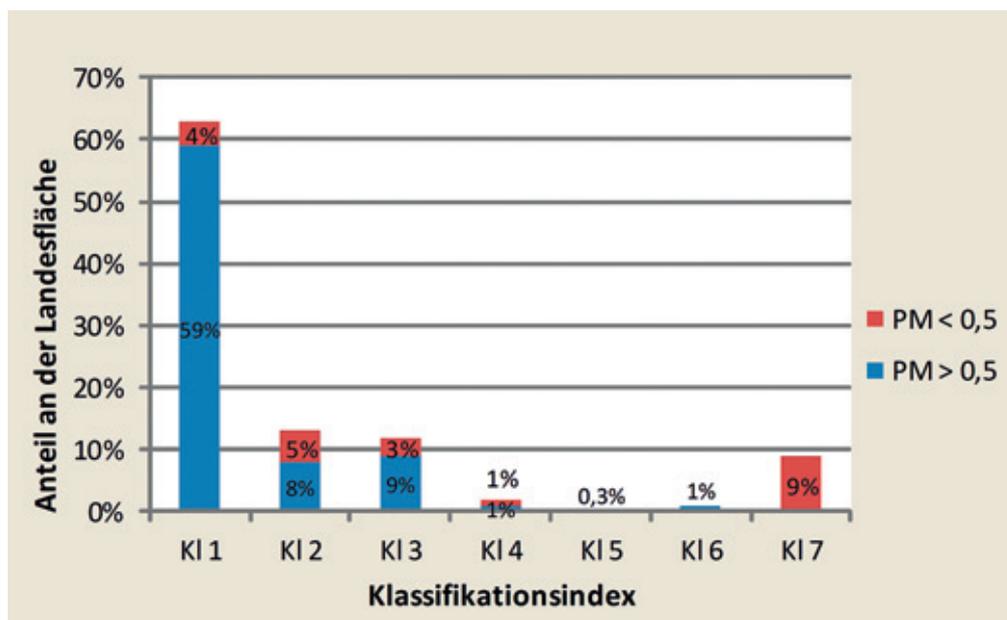


Abb. 4: Klassifikations-Index mit Bezug auf die Landesfläche – differenziert nach Plausibilitätsmaß

1.4 Parameterbereitstellung zur inhaltlichen Kennzeichnung der Legendeneinheiten

Die Bodenform als Legendeneinheit kennzeichnet jede Fläche der Karte mit boden- und substratsystematischen Informationen. Diese Informationen ermöglichen die Beschreibung von Bodenprofilen mit Horizonten und die Zuordnung von Bodeneigenschaften und -parametern zu den Horizonten. Bodeneigenschaften und -parameter bilden die Grundlage für thematische Bearbeitungen und Methodenanwendungen. Der Umfang der bereitzustellenden Parameter ergibt sich prioritär aus dem Parameterbedarf der bodenfunktionsrelevanten Kriterien und Kennwerte (AD-HOC-AG BODEN 2005; HARTMANN et al. 2005) (Tab. 9).

Tab. 9: Beispiele der Beschreibung bodenfunktionsrelevanter Kriterien mit Kennwerten und Basisparametern (HARTMANN et al. 2005)

Kriterium	Kennwerte	Basisparameter
<ul style="list-style-type: none"> • Abflussregulation • Beitrag des Bodens zur Grundwasserneubildung (Sickerwasserrate) • Allgemeine Beurteilung des Wasserhaushalts eines Standorts • Nährstoffpotenzial und Nährstoffverfügbarkeit für basische Kationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Feldkapazität (FK) • nutzbare Feldkapazität (nFK) • Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenart • Humusgehalt • Lagerungsdichte • Grobbodengehalt
<ul style="list-style-type: none"> • Bindungsstärke des Bodens für Schwermetalle • Bindung und Abbau von organischen Schadstoffen • Säureneutralisationsvermögen • Retention des Bodenwassers • Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung 	<ul style="list-style-type: none"> • Feldkapazität (FK) • nutzbare Feldkapazität (nFK) • Kationenaustauschkapazität (KAK) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenart • Humusgehalt • Lagerungsdichte • Grobbodengehalt • Kalkgehalt • pH-Wert

Für weiterführende Auswertungen stehen Parameter mit Bezug auf Bodenformen zur Verfügung. Die Parameter der Standardprofile einzelner Bodenformen werden anhand typischer Horizont- und Substratabfolgen für Substrat-Horizont-Gruppen (SHG) abgeleitet. Das Konzept der Substrat-Horizont-Gruppen geht auf VETTERLEIN (1986) zurück. Bei den Substrat-Horizont-Gruppen wird davon ausgegangen, dass bodenphysikalische (und auch chemische) Eigenschaften durch Substrat- (Bodenart und Ausgangssubstrat) sowie Horizontmerkmale (bspw. Humusgehalt) bestimmt sind. Entsprechend werden aus Einzelmessungen der Parameter statistische Grundgesamtheiten gebildet, die sich auf Bodenart, Ausgangssubstrat und Horizont beziehen. Die bodengenetischen Faktoren und die bodensystematische Einordnung finden an dieser Stelle keine unmittelbare Berücksichtigung.

Die Datengrundlage für die Bildung der Substrat-Horizont-Gruppen bildet die Profildatenbank (SABO_P), die aktuell über 10.000 Profile und mehr als 42.500, häufig analysierte, Horizonte enthält. Nach Definition der Substrat-Horizont-Gruppen wurden die für weitere Interpretationen, Kennwertzuordnungen und Methodenanwendungen erforderlichen Basisparameter (Tab. 9) nach festgelegten Kriterien ausgelesen und verrechnet. Nach parameterbezogener Berechnung statistischer Kenngrößen (Mediane, Mittelwerte, Perzentile ...) wurden die Mediane der Substrat-Horizont-Gruppen den Horizonten der Standardprofile zur Kennzeichnung ihrer Eigenschaften zugewiesen.

Die Horizontabfolge der Standardprofile erfordert eine nutzungsdifferenzierte Aufbereitung der Bodeneinheiten. Bei einem Waldboden findet sich eine organische Auflage. Ackerböden haben einen als Ap gekennzeichneten Bearbeitungshorizont. Bei allen anderen Nutzungen besteht der oberste Horizont aus einem mit organischer Substanz angereicherten Ah-Horizont (Tab. 10). Als Differenzierungsgrundlage dienten Landnutzungseinheiten von CORINE Landcover 2000 bzw. CIR-luftbildgestützten Biotop- und Nutzungstypenkartierungen des Landes Sachsen-Anhalt (PETERSON & LANGNER 1992).

Tab. 10: Nutzungsbedingte Differenzierung der obersten Bodenhorizonte

Kürzel	Kartiereinheit	Definition	Horizonte
A	Acker	Acker-, Garten- und Weinbau	Ap/.../.../...
K (V)	krautige Vegetation	Grünland/Gräser, Stauden, Heide, Sumpf/Moor ...	Ah/.../.../...
H (V)	Gehölze	Gehölzstrukturen < 2 ha	
F (V)	vegetationsfrei	Vegetationsbedeckung < 50 %	
W	Wald	Flächenhaft geschlossene Baumbestände > 2 ha	Oh/Ah/.../...
G	Gewässer	offene Wasserflächen	*
B	bebauter Bereich	bebaute/anthropogene Flächen	*

1.5 Anwendungen

Ausgehend von den Substrat-Horizont-Gruppen und den nutzungsdifferenzierten Standardprofilen lassen sich mit Bezug zur VBK verschiedenartige bodenkundliche Informationen darstellen. Dies betrifft sowohl originär gemessene als auch korrelativ abgeleitete Eigenschaften und Parameter (Korngrößenverteilung, pH-Werte etc.), stoffliche Gehalte (C, N etc.) und Hintergrundwerte sowie komplexe Methoden und Modelle, bspw. zur Bodenerosion und hydrogeologischen Modellierung. Abb. 5 zeigt beispielhaft das Ergebnis einer nutzungsdifferenzierten Berechnung des C_{org} -Vorrates im Mineralboden bis 1 m Tiefe auf Grundlage der:

- Bodenprofildatenbank SABO_P;
- nutzungsdifferenzierten Standardprofile;
- CIR-Biotopkartierung von Sachsen-Anhalt aus dem Jahr 2005;
- Vorläufigen Digitalen Bodenkarte des Landes Sachsen-Anhalt (VBK50).

Die Übertragung der CIR-Landnutzungstypen auf die VBK erfolgte durch Verschneidungen aggregierter CIR-Polygone mit den Polygonen der VBK und einer anschließenden Bereinigung über GIS-Operationen. Die C-Vorräte (kg/m^2) der nutzungsdifferenzierten Profile in der Horizontdatenbank wurden berechnet (Formel 1) und mit den VBK – CIR-Verschneidungsergebnissen verknüpft.

$$C_{org} = \sum_i \left(\frac{TRD_i * Hm_i * Hg_i * (100 - Sg_i)}{1,72 * 100} \right) \quad \text{Formel 1}$$

C_{org} C-Vorräte (kg/m^2)

i Anzahl der Bodenhorizonte eines Profils, die in die Berechnung eingeht

TRD Trockenrohdichte (kg/dm^3)

Hm Horizontmächtigkeit (dm)

Hg Humusgehalt (%)

Sg Skelettgehalt (%)

Mit Bezug auf den Flächenumfang der Landnutzung weisen die Ackerflächen die höchsten C_{org} -Vorräte auf (Tab. 11). Sie enthalten mehr als die Hälfte des errechneten C_{org} -Vorrates von 185 Mio. Tonnen. Der Grund dafür liegt zum einen im hohen Anteil der Ackerflächen an der Landnutzung, zum anderen in dem im Vergleich zum Wald überproportional hohen Flächenanteil C_{org} -reicher Bodentypen (Schwarzerden) unter landwirtschaftlicher Nutzung. Ausnahme sind dabei die C_{org} -reichen Erdniedermoore und Niedermoore, die überwiegend als Grünland- bzw. als Waldstandorte genutzt werden. Bezogen auf die Gehalte pro Flächeneinheit enthalten die Grünlandflächen mit 150 t C_{org} /ha den höchsten C_{org} -Vorrat der berücksichtigten Landnutzungstypen. Wenn man die Erdniedermoore aus dem Datenkollektiv entfernt, haben die Grünlandflächen nur einen mittleren C_{org} -Vorrat von 90 t/ha. Der errechnete hohe C_{org} -Vorrat ist daher durch die überwiegend als Grünland bewirtschafteten Erdniedermoore mit ihren hohen Gehalten an organischer Substanz bedingt.

Die Waldflächen enthalten im Mittel 68 t/ha und weisen damit die geringsten C_{org} -Vorräte auf. Zu beachten ist hier, dass es sich bei den errechneten Vorräten um Vorräte im Mineralboden ohne Berücksichtigung der organischer Auflage handelt. BARITZ (1998) bestimmte aus einer statistischen Auswertung der

BZE I-Daten für die Waldflächen in Sachsen-Anhalt einen mittleren C-Vorrat von 92,7 t C_{org}/ha. Somit ergibt sich eine Differenz von 24,7 t C_{org}/ha, was durch die von BARITZ (1998) berücksichtigten Auflagen begründet ist.

Tab. 11: C_{org}-Vorräte der Böden nach aggregierten CIR-Landnutzungstypen

Landnutzung	Fläche (ha)	C _{org} (1000 t)	t/ha
Acker	1.044.075	106.444	102
Grünland	317.208	47.527	150
Wald	455.605	31.089	68
• Laubwald	127.662	9.798	77
• Mischwald	76.106	4.617	61
• Nadelwald	237.702	13.731	58
• Sonstige Wald	14.135	2.943	208
	Σ 1.816.888	Σ 185.059	Ø 102

Bei den terrestrischen Böden spielen die Schwarzerden durch ihre überdurchschnittlichen C_{org}-Gehalte eine besondere Rolle. Mit einer Gesamtfläche von 251.000 ha (14 % Flächenanteil an der Landesfläche) und einem C_{org}-Vorrat von 118 t/ha haben die Schwarzerden (Tschernoseme) einen annähernd doppelt so hohen C_{org}-Gehalt wie andere terrestrische Böden (Tab. 12). Der C_{org}-Vorrat der Schwarzerden beträgt knapp 30 Mio. t. Diese Größenordnung entspricht, bezogen auf das Land, einem Gesamtanteil von 16 % und liegt etwas unterhalb des Mooranteils (Tab. 13). Bezogen auf die terrestrischen Böden verfügen die Schwarzerden bei einem Flächenanteil von 20 % über 30 % des C_{org}-Vorrates.

Tab. 12: C_{org}-Vorräte > 1 Mio. Tonnen nach Bodentypen

Bodentyp	Fläche (ha)	C _{org} (1000 t)	C _{org} (t/ha)
Erdniedermoor	49.346	30.313	614
Schwarzerde	250.793	29.510	118
Braunerde	311.972	15.653	50
Pararendzina	143.016	14.258	100
Gley	184.780	10.920	59
Gley-Vega	88.879	9.398	106
Humusgley	94.679	8.600	91
Gley-Tschernitza	34.312	6.521	190
Braunerde-Fahlerde	92.526	6.080	66
Fahlerde	73.110	6.019	82
Anmoorgley	26.095	5.709	219
Pseudogley-Braunerde	73.520	5.395	73
Braunerde-Tschernosem	47.871	5.159	108
Vega (Braunauenboden)	37.648	5.122	136
Braunerde-Podsol	62.558	4.464	71
Pseudogley-Gley (Amphigley)	35.417	4.189	118
Gley-Tschernosem	19.653	3.202	163
Humuspseudogley	22.409	2.450	109
Podsol-Braunerde	30.951	1.458	47
Pseudogley	16.740	1.223	73
Gley-Podsol	15.896	1.201	76
Parabraunerde-Tschernosem	12.127	1.175	97
	Σ 1.724.298	Σ 178.019	

Die Bodenwasserverhältnisse haben einen entscheidenden Einfluss auf die C_{org} -Vorräte (Tab. 13). Die Zahlen beschreiben die Vorratssituation, wobei sie bei den Mooren etwas über den Ergebnissen aktueller Untersuchungen liegen.

Tab. 13: C_{org} -Vorräte nach Bodenwasserhaushalt

Wasserhaushalt	Fläche (ha)		C_{org} (1000 t)		t/ha
Moore (unter Nutzung)	52.596	(3 %)	31.241	(17 %)	594
Semiterrestrische Böden	516.063	(28 %)	52.148	(28 %)	101
Terrestrische Böden mit Stauwassereinfluss	48.497	(3 %)	4.383	(25 %)	90
Terrestrische Böden	1.199.732	(66 %)	97.287	(53 %)	81
	Σ 1.816.888		Σ 185.059		Ø 102

Aktuelle Untersuchungen zweier Moorflächen zeigen im Zusammenhang mit historischen Moorgutachten und der Nutzungsgeschichte einen Rückgang der C_{org} -Vorräte in den Torfschichten von 30 % (Fuhneue) bis 50 % (Badetz) (Tab. 14). Bezogen auf die absoluten jährlichen Verluste in t/ha befinden sich diese Werte am oberen und unteren Rand des Intervalls von 4 – 11 t/ha für entwässerte Moore in der Uckermark (DIERSSEN & DIERSSEN 2001; SUCCOW & JOOSTEN 2001).

Tab. 14: Die Entwicklung der C_{org} -Vorräte zweier Untersuchungsflächen auf Grundlage von Moorgutachten aus den 1960er Jahren und aktuellen Untersuchungen

	C_{org} Vorrat Badetz	C_{org} Vorrat Fuhneue
1960er Jahre	1111 t ha ⁻¹	650 t ha ⁻¹
2010/2011	552 t ha ⁻¹	454 t ha ⁻¹
Verluste (Zeitraum 50 Jahre)	559 t ha ⁻¹	196 t ha ⁻¹
jährliche Verluste über 50 Jahre	11,2 t ha ⁻¹ a ⁻¹	3,9 t ha ⁻¹ a ⁻¹
Rückgang (Zeitraum 50 Jahre)	50,3 %	30,1 %

1.6 Zusammenfassung und Ausblick

Zwischen den Ergebnissen der VBK-Parameterdatensätze und allgemeineren Literaturangaben zeigen sich keine Widersprüche. Trotzdem bedarf es bei den Konturen und der Entwicklung von Bodenparametern einer kontinuierlichen Pflege und anforderungsorientierten Weiterentwicklung sowie Qualitätssicherung. Darüber hinaus besteht ein Bedarf an Informationen im Maßstab $\geq 1:10.000$. Für landwirtschaftliche Flächen gibt es mit der Bodenschätzung eine Grundlage, auf der sich Parameter zur inhaltlich-thematischen Bearbeitung bereitstellen lassen. Die Ergebnisse harmonieren mit den Resultaten anderer Bundesländer (HARTMANN & DEHNER 2007).

Für großmaßstäbige Informationen der forstlichen Standortserkundung müssen Parametersätze erarbeitet werden. Die inhaltliche Erschließung erfolgt entsprechend der Herangehensweise bei der VBK-Erarbeitung unter Nutzung des Bodenformenkataloges (SCHULZE 1998). Eine Aggregation von Flächen, um maßstabsbedingte Mindestflächengrößen zu erhalten, entfällt. Die Parameterbereitstellung für die Kartiereinheiten lässt sich entsprechend der für die VBK beschriebenen Verfahren durchführen. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sollen als Informationen über Internetdienste bereitgestellt werden.

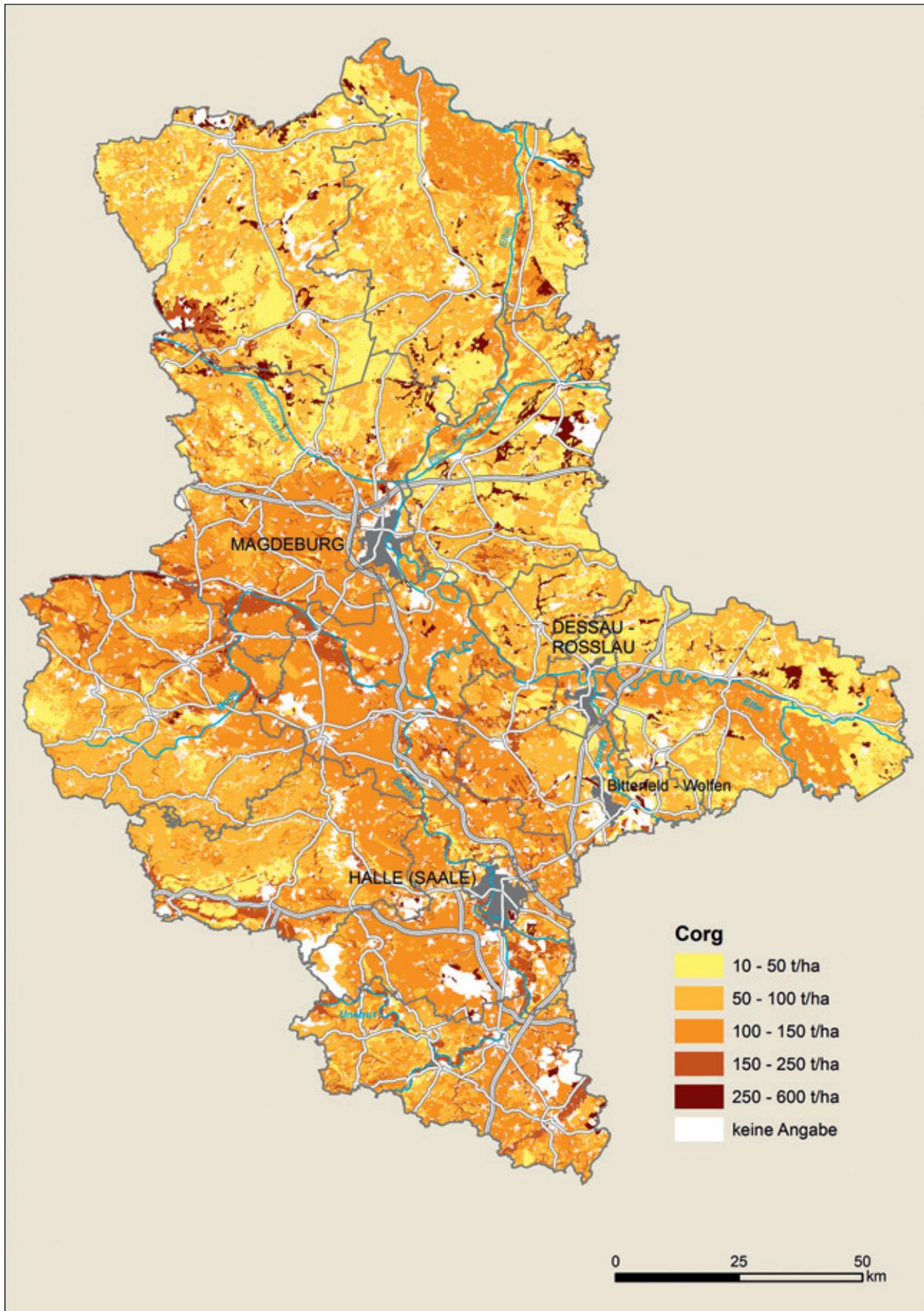


Abb. 5: C_{org}-Vorrat im Mineralboden bis 1 m Tiefe in t/ha – Grundlagen: Substrat-Horizont-Gruppen und Standardprofile, bezogen auf nutzungsdifferenzierte Flächeneinheiten der VBK

2. Anorganische Hintergrundwerte für Böden des Landes Sachsen-Anhalt

Klaus-Jörg HARTMANN, Wolfgang KAINZ, Reinhold JAHN & Uwe LANGER

2.1 Einleitung

Seit 1991 wurden verschiedenartige Untersuchungen zu Elementgehalten der Böden in Sachsen-Anhalt durchgeführt (Tab. 15). Zusammenfassende Publikationen beschäftigen sich sowohl mit dem Land als auch einzelnen Regionen im mitteldeutschen Raum (ALTERMANN et al. 1993; 1997; FELDHAUS et al. 1996). Die Auswertung der vorhandenen Datengrundlagen führte im Rahmen der bodenkundlichen Landesaufnahme zu ergänzenden Untersuchungen und Analysen. Die Ergebnisse gingen in die Weiterentwicklung der Hintergrundwerte für Substrate bzw. Substrat-Horizont-Gruppen ein (KAINZ 2006). Die Datenbasis erlaubt sowohl eine bodengeographische Einordnung als auch Detailbetrachtungen und Gegenüberstellungen regionalisierter Werte.

Tab. 15: Projekte stofflicher Untersuchungen als Datengrundlage für Hintergrundwerte

Projekt	Institution	Bearbeiter	Jahr	Normen	Region
Komplexanalyse Bitterfeld	GFE	SCHRÖDER	1991	DIN 38 406 Teil 22 DIN 38 405/D18 As DIN 38 406/E19 Cd DIN 38 406 Teil 22 Hg	<ul style="list-style-type: none"> • Aue, Mulde • Altmoränenlandschaft • Löss und Sandlösslandschaften
Auenbeprobung	MU/LAU	GFE GUTTECK KASTLER & JAHN	1997 2000 2007		<ul style="list-style-type: none"> • Elbe-Überschwemmungsgebiete
Querfurt	BGR	ALTERMANN et al.	1993	TGL 25 418/21	<ul style="list-style-type: none"> • Löss (Querfurter Platte)
Saale	LAGB/GLA BMBF	DEHNER	2000		<ul style="list-style-type: none"> • Aue, Saale und Nebenflüsse
Bodendauer- beobachtung	LAGB/GLA LAU	WELLER & STRING	seit 1990	DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294 DIN EN ISO 17852 Hg	<ul style="list-style-type: none"> • Aue • Jung- u. Altmoränenlandschaften • Löss und Sandlösslandschaften • paläozoische Mittelgebirge
Referenzstandorte	LAGB/GLA LAU	KAINZ	bis 2007 seit 2008	DIN EN 13346 DIN EN ISO 11885 DIN EN 13506 DIN EN 13346 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294 DIN EN ISO 17852	<ul style="list-style-type: none"> • Aue • Jung- u. Altmoränenlandschaften • Löss und Sandlösslandschaften • mesozoische Hügelländer • paläozoische Mittelgebirge

Für alle Proben liegen als Grundparameter Korngrößenverteilungen, pH-Werte und, soweit erforderlich, die Gehalte von Humus und CaCO_3 vor. Zur Bestimmung der Hintergrundwerte dienten mittels AAS bzw. ICP in Königswasseraufschlüssen gemessene Elementgehalte. Die seit 1980 erfolgten methodischen und geräte-technischen Entwicklungen, insbesondere im Bereich der Bestimmungs- und Nachweisgrenzen, haben für die Auswertung nur eine geringe Relevanz. Die im Projekt Referenzstandorte nach den verschiedenen Verfahren vorgenommenen Vergleichsmessungen zeigen gute Übereinstimmungen. Die Regressionskoeffizienten wesentlicher Elemente liegen substratbezogen zwischen 0,7 und 0,9.

Die in dem Projekt Querfurt nach TGL 24 418/21 erarbeiteten Analysenwerte wurden mit statistisch abgesicherten Umrechnungsfaktoren aufbereitet, um so einen Vergleich mit Königswasserwerten zu ermöglichen (ALTERMANN et al. 1995; KÜHN et al. 1997).

Als Auswertungsverfahren fand das Konzept der Substrat-Horizont-Gruppen Anwendung (KAINZ 2006). Hierbei besteht der Grundgedanke darin, dass sich die Kennwerte von Horizontgruppen gleicher Substrate nicht wesentlich in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften unterscheiden und zu Auswertungszwecken gemeinsam betrachten lassen (VETTERLEIN 1986; DEHNER et al. 2001; KAINZ 2006). Die Substrat-Horizont-

Gruppen lassen sich im Sinne der LABO (2003) zu Oberboden, Unterboden und Untergrund als Ausgangsmaterial der Bodenbildung sowie Stau- (Srd) bzw. Grundwasserhorizonte (Gr) zusammenfassen. Auswertung und Gliederung (Anhang III) erfolgen mit Bezug auf das Inventar der VBK und BÜK 200 in Anlehnung an LABO (2003). Die Nutzungsdifferenzierung resultiert aus einer Unterscheidung des obersten, humushaltigen Mineralbodenhorizontes. Bei ackerbaulicher Nutzung haben sich in Folge von Bodenbearbeitungsmaßnahmen gestörte Ap-Horizonte gebildet. In Abhängigkeit von der Bearbeitungstiefe weisen die Ap-Horizonte eine größere Mächtigkeit auf als Ah-Horizonte unter Grünland- bzw. Waldnutzung. Die Bodenbearbeitungsmaßnahmen führen zu einer Durchmischung und somit einer Verteilung von Einträgen auf ein größeres Bodenvolumen. Sofern tiefer liegende Ah-Horizonte mit einer hinreichenden Grundgesamtheit vorhanden sind, was naturgemäß im Lössgebiet häufig vorkommt, erfolgte eine separate Auswertung.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Kennzeichnung der Substrat-Horizont-Gruppen mit Hintergrundwerten besteht in einer hinreichenden Anzahl auswertbarer Analysen. Die minimale Grundgesamtheit sollte 20 Stichproben umfassen (LABO 2003). Die Anzahl der vorhandenen Messwerte kann diese Vorgabe mit Blick auf die sehr unterschiedlichen Flächenanteile der einzelnen Substrate nicht für alle Substrat-Horizont-Gruppen erfüllen. In die Bearbeitung gingen daher auch Substrat-Horizont-Gruppen mit einer Probenanzahl $n < 20$ ein, um für alle relevanten Substrat-Horizont-Gruppen Informationen bereitstellen zu können. Im Anhang befinden sich Datenblätter der einzelnen Substrat-Horizont-Gruppen mit der zugrundeliegenden Probenzahl und den erarbeiteten Werten. Aufbereitung und methodische Auswertung erfolgten entsprechend den LABO-Vorgaben zur Ableitung von Hintergrundwerten (LABO 2003). Dokumentationen zur Profilaufnahme, Probenaufbereitung und Analysenverfahren liegen in den Projektberichten vor. Als Grundlagen für Nomenklatur und Horizontbeschreibungen dienten TGL 24.300/08 (1985) bzw. 4. und 5. Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994; 2005). Zum Abgleich der Horizontkürzel und Nomenklaturen fanden ALTERMANN & VILLWOCK (1997) sowie HARTMANN & KAINZ (1997) Anwendung. Unter diesen Rahmenbedingungen bilden die so aufbereiteten Primärdaten eine weitestgehend harmonisierte Datengrundlage, auf deren Basis 50. Perzentil (Median) und 90. Perzentil berechnet wurden. Die Beseitigung von Ausreißern erfolgte entsprechend LABO (2003) über den 1,5-fachen Interquartilabstand bezogen auf das 25. bzw. 75. Quartil. Werte kleiner der Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze wurden in Anlehnung an die Verfahrensweise anderer Länder, bspw. Bayern, gleich 0 gesetzt (GEUSS et al. 2011).

2.2 Regionale Ergebnisse

Das Ausgangsgestein prägt die Hintergrundwerte der Substrat-Horizont-Gruppe wesentlich. Für bestimmte Elemente lässt sich in einzelnen Landschaften eine anthropogene Herkunft nachweisen. Beispielsweise liegen im Vergleich zu den Hintergrundwerten der Jung- und Altmoränen- sowie Löss- und Sandlösslandschaften des Tieflandes die Arsen und Schwermetallgehalte in den Flusslandschaften auf einem anthropogen bedingten höheren Niveau. In den Böden der Berg- und Hügelländer sowie Mittelgebirge (Harz) unterscheiden sich die Hintergrundwerte von Oberböden und Untergrund nach anthropogen bzw. geogen geprägter Herkunft.

Die Ergebnisse finden in der Arbeit von REIMANN et al (2014) Bestätigung, die bei einer europaweiten Untersuchung einen scharfen Bruch in den gemessenen Elementgehalten entlang der südlichen Vereisungsgrenze nachweisen und auf einen naheliegenden, direkten Zusammenhang mit der Geologie schließen. Den geologisch bedingten Unterschied der Elementgehalte zwischen den Böden im Harz und glazial- bzw. periglazial geprägten Böden spiegeln die Kartendarstellungen wider (Anhang IV).

2.2.1 Auenlandschaften

Die Korngrößenzusammensetzung, die einen Einfluss auf Stoffzusammensetzung und -bindungsvermögen hat, unterscheidet sich in den einzelnen Flussgebieten (Abb. 7). Eine flussgebietsbezogene Kennzeichnung der einzelnen Schichten und Horizonte mit Parametern und Werten befindet sich im Anhang III.

Die Mulde hat ihren Ursprung im Erzgebirge und durchfließt auf ihrem Weg zur Elbe in Sachsen-Anhalt die Bodenregionen der Löss- und Sandlösslandschaften sowie Altmoränenlandschaften mit Sandern, Grundmoränenplatten und Endmoränen (Abb. 6). Die Zusammensetzung der Auendecke resultiert aus verschiedenen Ausgangssubstraten und ist wesentlich durch den lateralen Eintrag aus der näheren Umgebung sowie eingeschränkt Ferntransport geprägt. Im Untergrund finden sich Verteilungsschwerpunkte bei Sanden sowie Lehmen- bzw. Tonschluffen (Abb. 7).

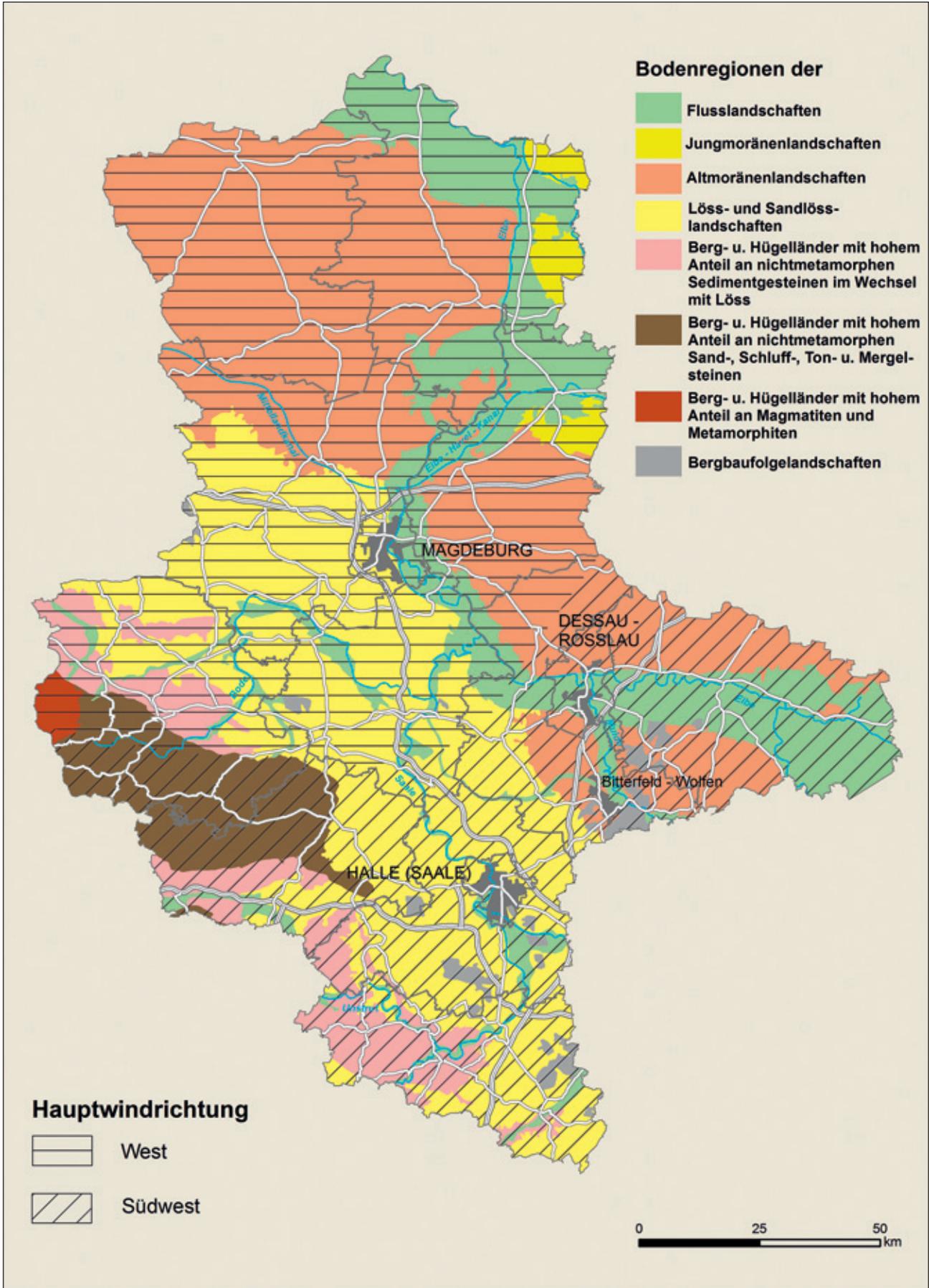


Abb. 6: Bodenregionale Gliederung des Landes Sachsen-Anhalt (KAINZ 1999) sowie die Hauptwindrichtungen

Die Sedimente in der Saaleaue spiegeln im Wesentlichen das schluffdominierte Bodenartenspektrum des Lössgebietes wider, durch das die Saale in Sachsen-Anhalt verläuft (Abb. 6).

Die Substrate in der Elbaue weisen das weiteste Spektrum auf (Abb. 7). Aus diesem Grund wurden sowohl Gesamtbetrachtungen als auch weitere Differenzierungen nach den Bodenartenhauptgruppen vorgenommen. Die durch Ferntransport eingebrachte Komponente ist relativ feinkörnig. Die größeren Kornfraktionen

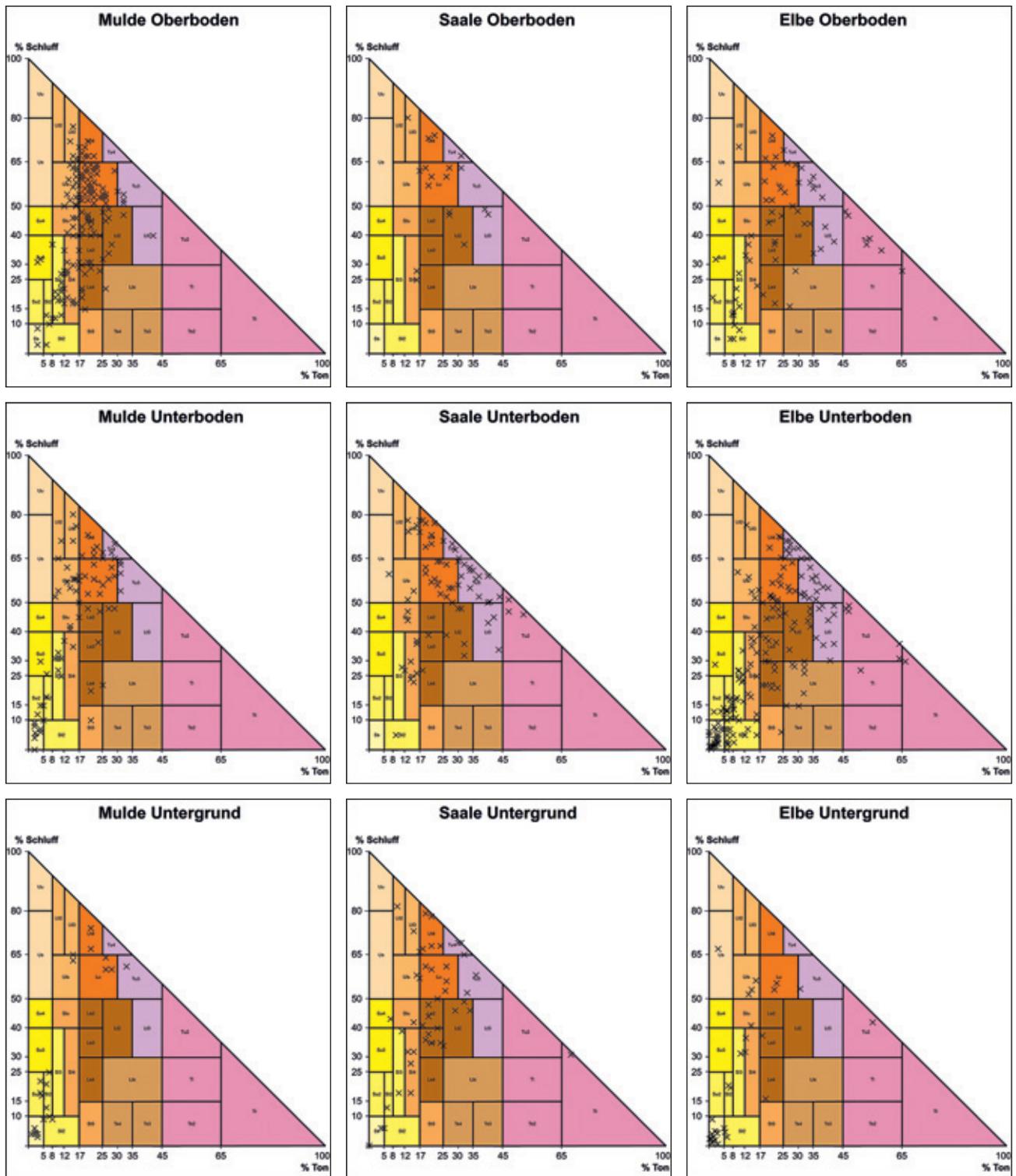


Abb. 7: Verteilung der Ton- und Schluffgehalte in den Ober- und Unterböden sowie im Untergrund für die Flussgebiete von Mulde, Saale und Elbe

haben sich teilweise bereits vor der Landesgrenze abgesetzt. In Sachsen-Anhalt durchfließt die Elbe die Bodenregionen der Löss- und Sandlöss- sowie Altmoränenlandschaften.

Die höchsten Schwermetallgehalte haben die Böden in den Auen von Elbe und Mulde. In der Elbaue fallen die Hintergrundwerte der Schluffe auf, die einer weitergehenden, regionalen Betrachtung bedürfen. Die Gehalte in den Böden der Saale- und Bodeaue befinden sich auf einem niedrigeren Niveau. Ein Teil der Stoffeinträge, die Flüsse aus Mittelgebirgen transportieren, ist durch Bergbau und dessen Hinterlassenschaften initiiert (DOBLER 1999; SCHNEIDER 1999). Dies betrifft Bode, Unstrut, Saale, Mulde und eingeschränkt Elbe. Im Gegensatz hierzu stehen die Gehalte der Havel, die nur durch Tiefland fließt (Tab. 16).

Die Verteilung der Elementgehalte in Fläche und Raum bietet dahingehend ein zu erwartendes Bild, dass die Konzentrationen mit zunehmender Tiefe abnehmen (Abb. 8) und im Deichvorland höher als im Hinterland sind (Abb. 9).

Tab. 16: Arsen- und Schwermetallgehalte von Oberböden in Flussauen des Landes Sachsen-Anhalt in mg/kg

Flussaue	Bodenart	50. Perzentil								90. Perzentil							
		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Bode	Lu (Schluff)	21	0,7	34	36	0,1	27	73	155	34	1,7	41	55	0,2	34	100	240
Helme/Unstrut	Lt2 (Lehm)	27	0,4	55	34	0,2	35	38	107	32	0,6	119	66	0,3	65	98	144
Saale	Lu (Schluff)	17	0,5	37	35	0,2	29	53	112	31	1,0	54	49	1,1	39	83	160
Mulde	Sl4 (Lehm)	65	1,2	41	45	0,5	26	148	245	155	8,4	150	172	1,7	45	311	943
Elbe	Lt3 (Ton)	27	1,8	89	35	0,2	40	82	157	36	4,9	150	97	3,8	56	228	504
	Ls3 (Lehm)	19	2,2	61	49	1,0	30	71	267	45	5,2	94	102	4,7	41	176	548
	Lu (Schluff)	30	4,4	98	89	3,4	45	170	503	52	9,5	159	190	10,9	62	257	1011
	Sl2 (Sand)	23	1,9	49	48	1,3	24	83	239	77	5,5	101	115	5,4	46	142	642
Havel	Uls (Schluff)	13	0,0	20	11	0,0	10	29	56	23	0,8	60	26	0,0	27	60	173

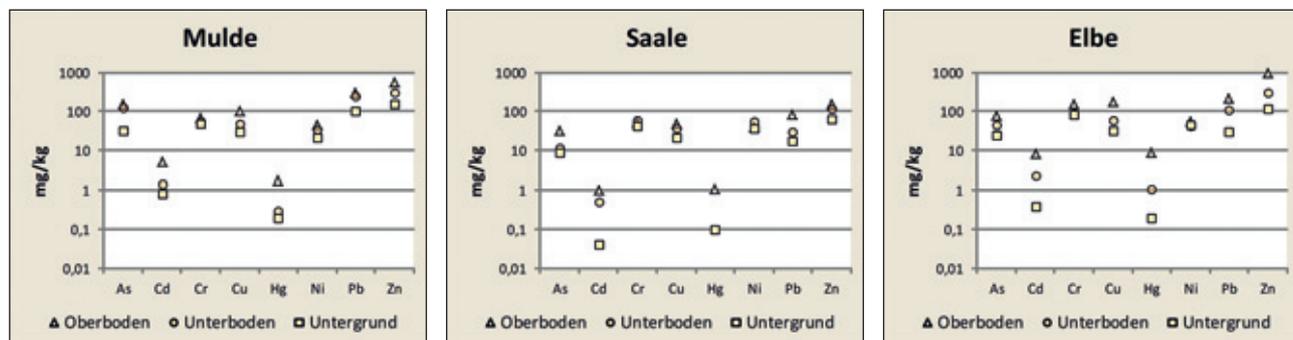


Abb. 8: Tiefenabhängigkeit der Elementgehalte (90. Perzentil) in Flusslandschaften

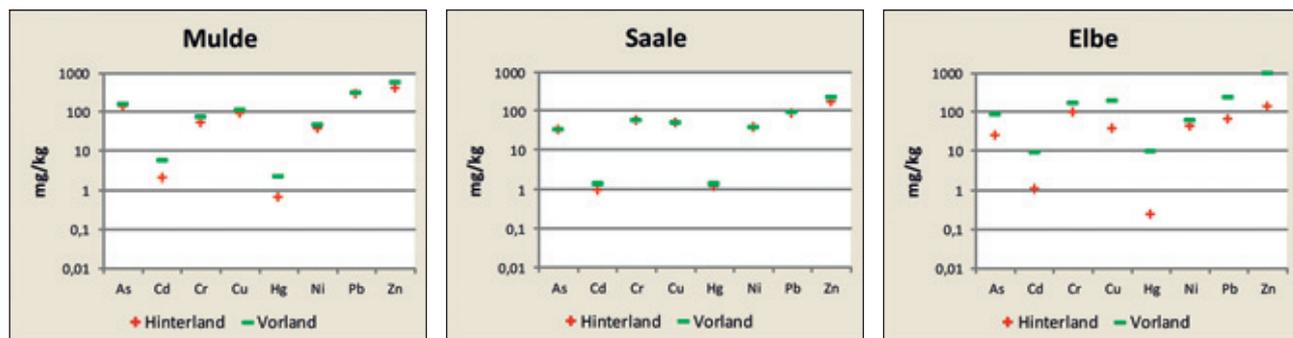


Abb. 9: Elementgehalte (90. Perzentil) von Oberböden im Deichvor- und -hinterland

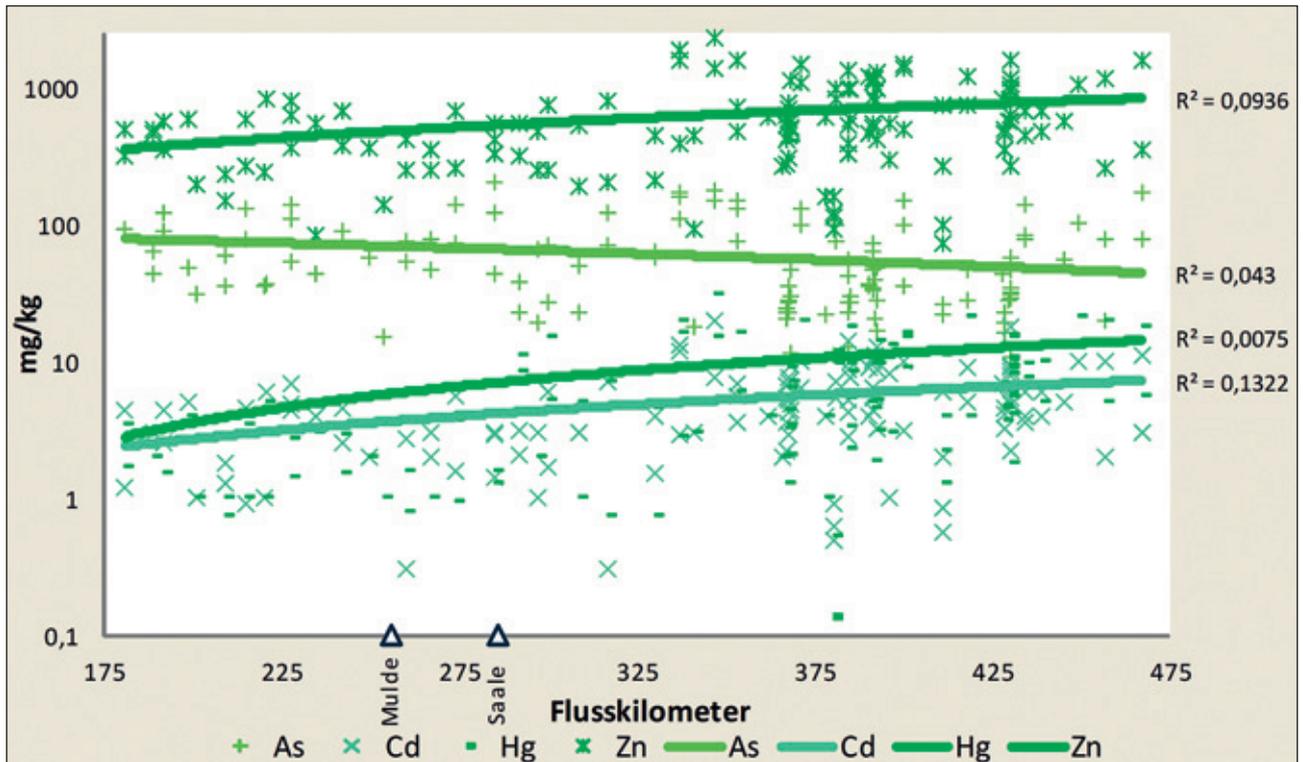


Abb. 10a: Gehalte anthropogen beeinflusster Elemente im Verlauf der Elbaue

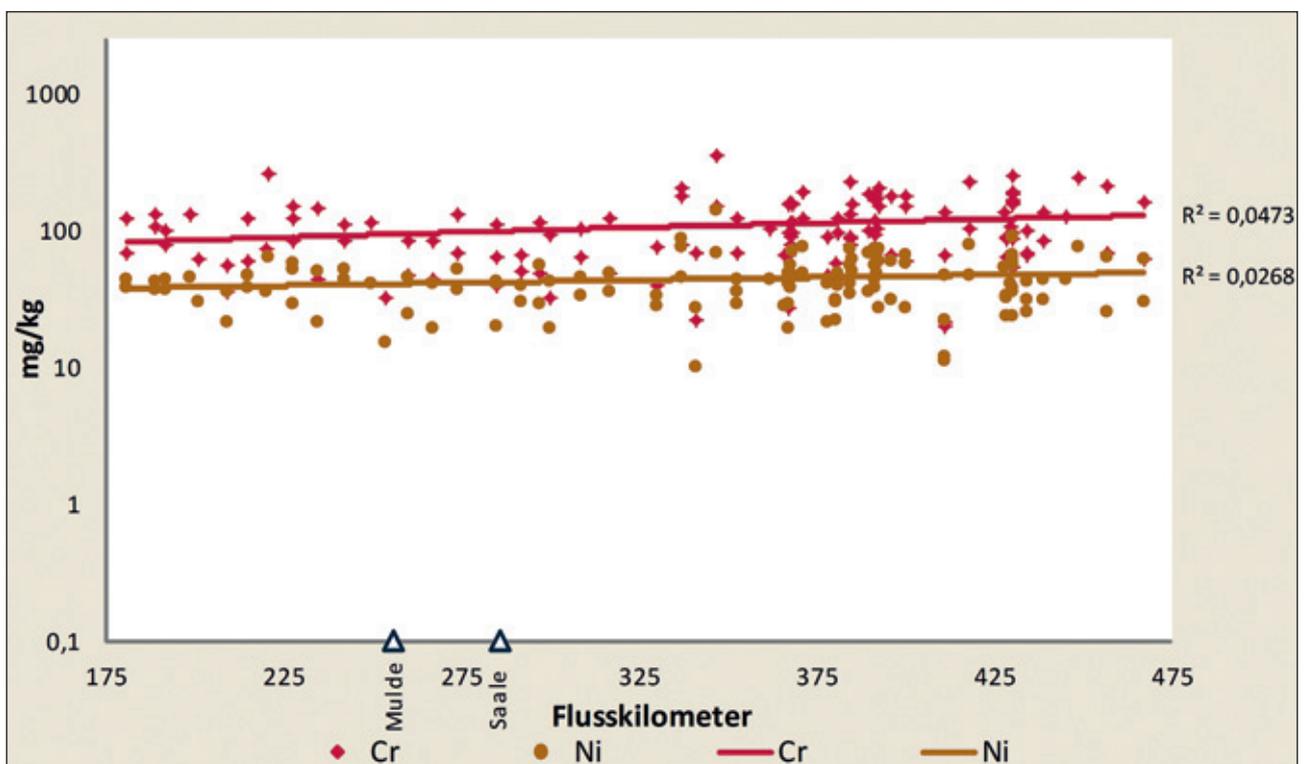


Abb. 10b: Gehalte geogen beeinflusster Elemente im Verlauf der Elbaue

Nach Auswertung der Analysen des LAU von 1997 und 2000 (Tab. 15) im Überschwemmungsgebiet der Elbe zwischen Flusskilometer 181 und 467 korrelieren hier alle Elemente signifikant miteinander, was auf ähnliche Quellen schließen lässt (Abb. 10a/b). Das Bestimmtheitsmaß mit dem Flusskilometer fällt dagegen wesentlich schlechter aus als zwischen den einzelnen Elementen. Im Allgemeinen ist mit Ausnahme von As eine leichte Tendenz der Zunahme der Schwermetallgehalte mit dem Flusskilometer zu verzeichnen (Abb. 10a/b). In den Böden der Elbaue liegt der Unterschied zwischen den Werten bis zur Muldemündung und ab der Muldemündung für alle untersuchten Elemente im Bereich der jeweiligen Standardabweichung. Sowohl Mulde- als auch Saalemündung wirken sich demnach nicht signifikant auf das Niveau der Elementgehalte in den Auenböden der Elbe aus. Es bleibt zu prüfen, ob die Beobachtung, dass Elementgehalte miteinander korrelieren, zugleich aber kein Zusammenhang mit der Länge des Transportweges besteht, auf andere Flussauen übertragbar ist.

2.2.2 Jung- und Altmoränen- sowie Löss- und Sandlösslandschaften des Tieflandes

Die Elementgehalte des 90. Perzentils nahezu aller Substrate im Tiefland liegen unter den Vorsorgewerten der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV 1999). Lediglich das 90. Perzentil von Hg erreicht im Oberboden der Geschiebedecksande den Vorsorgewert (Abb. 11). Die Werte der regionalen Untersuchungen vergleichbarer Lösssubstrate aus den Jahren 1991 und 1993 (SCHRÖDER 1991; ALTERMANN et al. 1993) liegen in den hier für das Land vorgestellten Größenordnungen. Die Ergebnisse sind dahingehend bemerkenswert, dass mit dem Raum Bitterfeld Daten einer industriell geprägten Region denen einer ländlichen Region im Raum Querfurt gegenüberstehen (Abb. 11). Allerdings befinden sich die Lösssubstrate westlich von Bitterfeld und damit außerhalb der Hauptwindrichtung. FRITZ et al. (2009) haben für Cd und Zn in der Dübener Heide (in der Hauptwindrichtung nordöstlich des Hauptemittenten Kraftwerk Zschornowitz in der Region Bitterfeld) einen Gradienten festgestellt. Cu und Ni weisen keinen räumlichen Trend auf. Überschreitungen von Vorsorgewerten durch die Hintergrundwerte scheinen lokal begrenzt zu sein.

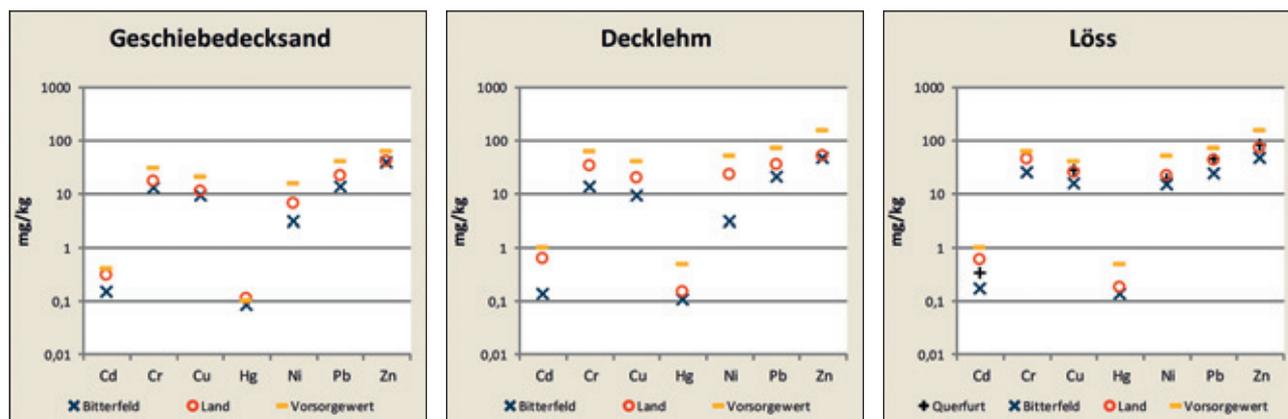


Abb. 11: Schwermetallgehalte (90. Perzentil) für Ap-Oberböden aus Geschiebedecksand, Decklehm und Löss in den Altkreisen Querfurt (ALTERMANN et al. 1993) bzw. Bitterfeld (SCHRÖDER 1991) sowie Hintergrundwerte für das Land Sachsen-Anhalt und Vorsorgewerte (BBodSchV 1999)

2.2.3 Berg- und Hügelländer sowie Mittelgebirge (Harz)

Die Hintergrundwerte wurden für Böden aus mesozoischen Carbonatgesteinen, Sandsteinen und Peliten sowie paläozoischen Tonschiefern, Grauwacken und Graniten berechnet. Grundlage für die Zuordnung der Proben war der dominierende Stoffbestand des Bodenskelettes bzw. der durch das Ausgangsgestein veränderte Feinboden der Proben. Entsprechend den natürlichen Verhältnissen überwiegen im Harz Daten mit forstwirtschaftlicher Nutzung.

Die Hintergrundwerte einzelner Elemente liegen im Harz, wie auch in Verwitterungsgesteinsböden geologisch vergleichbar aufgebauter Mittelgebirge anderer Bundesländer (u. a. SCHNEIDER 1999; LABO 2003; GEUSS et al. 2011), über den Vorsorgewerten (BBodSchV 1999). Gründe sind Elementspektrum und chemische Zusammensetzung der verschiedenen Festgesteine sowie die montanhistorische Geschichte des Harzes, die sich aus den geologischen Verhältnissen (geogene Voranreicherungen) in Kombination mit anthropogenen Aktivitäten ergibt (u. a. DOBLER 1999; SCHNEIDER 1999; KAINZ 2013).

Außerdem haben die Vorsorgewerte (BBodSchV 1999) einen Bezug zur Bodenart, nicht aber zum Stoffbestand des geologischen Ausgangsmaterials der Bodenbildung. Anhand von Tiefenfunktionen und regionalen Vergleichen lassen sich anthropogen bedingte Elementgehalte von geogenen unterscheiden (Anhang IV: Ausgewählte Kartenbeispiele). Ein typisches Beispiel für einen anthropogen beeinflussten Tiefenverlauf zeigt die Entwicklung der Pb-Konzentration. Die Konzentrationen im Oberboden resultieren sowohl aus bergbaulich industriellen Aktivitäten als auch aus dem Verkehr. Vergleichbare Tiefenverläufe haben Cd und Hg (KAINZ 2013). Cr und Ni, als weniger anthropogen, sondern stärker geogen geprägte Elemente, weisen derartige Tiefenfunktionen nicht auf.

3. Quellen

3.1 Literatur

- AD-HOC-AG BODEN (2000): Methodendokumentation Bodenkunde – Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. – 2. Aufl., Loseblattsammlung; Hannover.
- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl., 438 S.; Hannover.
- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 4. Aufl., 392 S.; Hannover.
- AG BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 3. Aufl., 331 S.; Hannover.
- ALBRECHT, C., JAHN, R. & HUWE, B. (2005a): Bodensystematik und Klassifikation Teil I: Grundbegriffe. – *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168: 7–20.
- ALBRECHT, C., JAHN, R. & HUWE, B. (2005b): Bodensystematik und Klassifikation Teil II: Zur Situation in der deutschen Bodenkunde. – *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168: 157–168.
- ALTERMANN, M. (1989): Pedologisch-Hydrologische Kennzeichnung landwirtschaftlich genutzter Standorte des Unterharzes. – *Abh. d. Sächs. Akad. d. Wiss. zu Leipzig, Math.-nat. Klasse.*, 56 (4): 93–102.
- ALTERMANN, M., FELDMANN, R. & STEININGER, M. (1997): Schwermetallgehalte der Böden im mitteldeutschen Ballungsraum – ein Überblick. – *UFZ-Bericht Nr. 15/1997*, 1–37; Leipzig.
- ALTERMANN, M., KNAUF, C., KÜHN, D. & SCHRÖDER, H. (1991): Bodenkartierung in Sachsen-Anhalt, Stand und Perspektiven. – *Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges.*, 65: 63–66.
- ALTERMANN, M., KÜHN, D., FUCHS, M. & JÄHNERT, R. (1993): Auswertung und kartographische Umsetzung von Feldaufnahmen und Bodenanalysen des Kreises Querfurt. – 5–32; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- ALTERMANN, M. & KÜHN, D. (1994): Vergleich der bodensystematischen Einheiten der ehemaligen DDR mit denen der Bundesrepublik Deutschland. – *Z. angew. Geol.*, 40 (1): 1–11.
- ALTERMANN, M. & SCHRÖDER, H. (1992): Zur Kennzeichnung der Schwarzerden aus Löss in Sachsen-Anhalt. – *Kühn-Archiv*, 86 (1): 9–20.
- ALTERMANN, M. & VILLWOCK, G. (1997): Methodik zur Überführung der PRODAT-Daten in das KA 4-Format. – 4–18; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK (1998): Systematik der Böden und bodenbildenden Substrate Deutschlands. – *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.*, 86: 1–180; Oldenburg
- BARITZ, R. (1998): Kohlenstoffvorräte der Waldböden Deutschlands. – Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie und Walderfassung, Nr. 98/1: 1–57; Eberswalde.
- BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999. – *BGBl. I S.* 1554.
- DEHNER, U. (2000): Ermittlung geogener Hintergrundwerte umweltrelevanter Spurenelemente im Flussgebiet der unteren Saale auf der Basis stratigraphisch bodenkundlich orientierter Untersuchungen. – *Halle-sches Jahrb. Geowiss., Reihe B, Beiheft 11*: 1–136.
- DEHNER, U., HARTMANN, K.-J., KRUG, D. & GEHRT, E. (2001): Zur Hinterlegung der Bodenübersichtskarte 1: 200.000 (BÜK 200) mit bodenkundlichen Flächendatensätzen. – *Z. angew. Geol.*, 47 (2): 121–125.
- DIERSSEN, K. & DIERSSEN, B. (2001): Moore. – In: POTT, R. [Hrsg.]: *Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht*. – 230 S.; Stuttgart (Ulmer).
- DIN EN 13346 (2000): Charakterisierung von Schlämmen – Bestimmung von Spurenelementen und Phosphor – Extraktionsverfahren mit Königswasser. – Berlin (Beuth).
- DIN EN Iso 11885 (1998): Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von 33 Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie. – Berlin (Beuth).
- DIN EN 13506 (2001): Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber mittels Atomfluoreszenzspektrometrie. – Berlin (Beuth).
- DIN EN Iso 17294 (Februar 2004): Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen (ISO 17294-2:2003). – Berlin (Beuth).
- DIN EN Iso 17852 (2008): Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie. – Berlin (Beuth).

- DOBLER, L. (1999): Der Einfluss der Bergbaugeschichte im Ostharz auf die Schwermetalltiefengradienten in historischen Sedimenten und die fluviale Schwermetalldispersion in den Einzugsgebieten von Bode und Selke im Harz. – Dissertation, 120 S.; Halle (Saale).
- FELDHAUS, D., SCHRÖDTER, M. & GUTTECK, U. (1996): Hintergrundwerte für Schwermetalle in Böden des Landes Sachsen-Anhalt. – Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, 2: 205–211.
- FORBES, T., ROSSITER, D. & VAN WAMBEKE, A. (1987): Guidelines for evaluating the adequacy of soil resources inventories, SMSS Technical Monograph. Soil Management Support Service, USDA/Soil Conservation Service. – 2nd printing, 1–7; Washington, DC.
- FRITZ, H., ABIY, M., KLINGER, T. & MAKESCHIN, F. (2009): Zukünftige Entwicklung bodenchemischer Parameter auf ehemals emissionsbeeinflussten Waldstandorten. – Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz, 8: 8–19.
- GEUSS, E., HANGEN, U. & MARTIN, W. (2011): Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in Böden Bayerns. – 3–58; Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- HANNEMANN, J. (2005): Aspekte inhaltlicher und räumlicher Datenintegration bei der Erstellung einer Bodenkonzepkarte. – In: MÖLLER, M. & HELBIG, H. (Hrsg.): GIS-gestützte Bewertung von Bodenfunktionen – Datengrundlagen und Lösungsansätze. – 125–143; Heidelberg (Wichmann).
- HARTMANN, K.-J. (2006): Bodenkundliche Basisinformationen. – In: FELDHAUS, D. & K.-J. HARTMANN (Red.): Bodenbericht 2006 – Böden und Bodeninformation in Sachsen-Anhalt. – Mitt. Geol. Bergw. Sachsen-Anhalt, 11: 71–87.
- HARTMANN, K.-J. & DEHNER, U. (2007): Entwicklung von Standardprofilen für Klassenzeichen der Bodenschätzung – Methodenvergleich zur Ableitung bodenfunktionsrelevanter Basisparameter und Kennwerte. – Bodenschutz, Heft 2007/2: 44–48; Berlin.
- HARTMANN, K.-J., FRIEDRICH, K., HENNINGS, V. & MÜLLER, U. (2005): „Mindestdatensatz Bodenparameter“ zur Anwendung bodenschutzrelevanter Methoden. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., 107 (2): 729–730.
- HARTMANN, K.-J. & KAINZ, W. (1997): Konzept zur Übertragung bodenkundlicher Daten aus dem Sprachgebrauch der früheren DDR in die aktuelle deutsche Nomenklatur. – Z. angew. Geol., 43: 112–117.
- HINZE, C., JERZ, H., MENKE, B. & STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1:25.000 (GK 25). – Geol. Jb., A 112: 11–243.
- KAINZ, W. (1999): Karte der Bodenlandschaften Sachsen-Anhalt. – Bodenatlas Sachsen-Anhalt Teil II: Thematische Bodenkarten. – 5–6; Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).
- KAINZ, W. (2006): Erfassung des aktuellen Zustandes der Böden in Sachsen-Anhalt. – In: FELDHAUS, D. & K.-J. HARTMANN (Red.): Bodenbericht 2006 – Böden und Bodeninformation in Sachsen-Anhalt. – Mitt. Geol. Bergw. Sachsen-Anhalt, 11: 65–70.
- KAINZ, W. (2013): Spurenelemente in Böden des Harzes in Sachsen-Anhalt. – Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 07.–12.09.2013, Rostock; http://eprints.dbges.de/1010/1/Kainz_Rostock.pdf
- KÜHN, D., FUCHS, M., JÄHNERT, R., KRATZERT, P. & SCHULZ, P.-N. (1997): Atlas der Schwermetalluntersuchungen aus der Ackerkrume landwirtschaftlicher Nutzflächen in den Neuen Bundesländern. – BGR, 116092, 1–76; Hannover.
- LABO (2003): Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz: Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden. – 3. überarbeitete und ergänzte Aufl., 3–57.
- MÖLLER, M., VOLK, M., FRIEDRICH, K. & LYMBURNER, L. (2008): Placing soil genesis and transport processes into a landscape context: A multi-scale terrain analysis approach. – Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 171: 419–430.
- MÜLLER, U. (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz, Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). – 7. erweiterte und ergänzte Auflage, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Arbeitshefte Boden, 2004/02, 409 S.; Hannover.
- PETERSON, J. & LANGNER, U. (1992): Katalog der Biotoptypen und Nutzungstypen für die CIR-luftbildgestützte Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung im Land Sachsen-Anhalt. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 4, 39 S.; Halle (Saale).
- REIMANN, C., BIRKE, M., DEMETRIADES, A., FILZMOSER, P. & O'CONNOR, P. (eds.) (2014): Chemistry of Europe's Agricultural Soils, Part A: Methodology and Interpretations of the GEMAS Data Set. – Geol. Jb., B 102, 523 S.; Hannover.

- RIEK, W., WESSOLEK, G., RENGER, M. & VETTERLEIN, E. (1995): Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Feldkapazität von Substrat-Horizontgruppen – eine statistische Auswertung von Labordatenbanken. – Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 158: 485–491.
- SCHMIDT, R. & DIEMANN, R. (1981): Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). – Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Bereich Bodenkunde Fernerkundung, 78 S.; Eberswalde.
- SCHNEIDER, J. (1999): Schwermetalle in Böden Niedersachsens. – Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Arbeitshefte Boden, 1999/2: 3–25; Hannover.
- SCHRÖDER, H., KNAUF, C. & KAINZ, W. (1998): Zur Entwicklung der Bodenkartierung in Sachsen-Anhalt. – Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, 4: 61–77.
- SCHULZE, G. (1998): Anleitung für die forstliche Standorterkundung im nordostdeutschen Tiefland – (Standorterkundungsanleitung) SEA 95, Bd. D, Bodenformen-Katalog. – 3. Aufl., 252 S.; Schwerin.
- SCHWANECHE, W. (1993): Merkmalstabellen für Haupt- und Lokalbodenformen der forstlichen Standortserkundung (Bodenformenkatalog) . – Sächsische Landesanstalt für Forsten, 75 S.; Graupa.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – 2. Aufl., 622 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- TGL 25 418/21 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung in siedender 1,5 HNO₃ extrahierbaren Gehaltes an Cd, Ni, Pb, Cu und Zn. – Fachbereichsstandard, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR; Berlin.
- VETTERLEIN, E. (1986): Bodenphysikalische Parameter auf der Grundlage von Substrat-Horizont-Gruppen. – Tag. Ber. Akad. Landwirtsch. Wiss. DDR, 245: 241–247.
- VOSSHENRICH, H.-H. (2004): Ortsspezifische Bodenbearbeitung. – Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Arbeitshefte Boden, 2004/5: 65–69; Hannover.

3.2 Berichte und Datengrundlagen

- ALTERMANN, M., ADOLF, I., JÄCKEL, I. & NENDEL, E. (1984): Analysenkatalog für landwirtschaftlich genutzte Mittelgebirgsstandorte der Bezirke Magdeburg und Halle (Ergebnisbericht). – VEB Kombinat GFE Halle; Archiv LAGB Halle (Saale).
- ALTERMANN, M. & SCHRÖDER, H. (1984): Untersuchungen zur Struktur der Bodendecke – Parameter Lössböden (Ergebnisbericht, 2 Bände). – VEB Kombinat GFE Halle; Archiv LAGB Halle (Saale).
- ILKES, L. & WESSOLEK, G. (2008): Auswertung bodenphysikalischer Kennwerte, Datenbank Sachsen-Anhalt. – Archiv LAGB Halle (Saale).
- INSTITUT FÜR GRÜNLAND UND MOORFORSCHUNG (1961): Gutachten über die Moorbodenaufnahme im Gebiet der Fuhne. – Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin; Archiv LAGB Halle (Saale).
- INSTITUT FÜR GRÜNLAND UND MOORFORSCHUNG (1965): Gutachten über das Moorgebiet Badetzer Teich. – Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin; Archiv LAGB Halle (Saale).
- KAINZ, W. & SCHRÖDER, H. (2014): Referenzstandorte im Bodenbeobachtungssystem des Landes Sachsen-Anhalt (vorläufiger Ergebnisbericht Mai 2014). – Archiv LAGB Halle (Saale).
- MAKESCHIN, F. (2009): Berechnung von nutzungstypendifferenzierten C-Vorräten im Bundesland Sachsen-Anhalt. – Archiv LAGB Halle (Saale).
- MÖLLER, M., KASTLER, M., HARTMANN, K.-J. & JAHN, R. (2009): Vervollständigung, Spezifizierung und Validierung der gebietsweise vorliegenden Bodenprognosekarte für das Elbe-Überschwemmungsgebiet. – Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).
- RIEK, W., WESSOLEK, G., RENGER, M. & FACKLAM, M. (1992): Ableitung bodenphysikalischer Kennwerte aus Basisdaten auf der Grundlage von bodenkundlichen Labordatenbanken. – 4–36; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- SCHRÖDER, H. (1987): Bodenprozesse Schwarzerde (3 Bände). – VEB Kombinat GFE Halle; Archiv LAGB Halle (Saale).
- SCHRÖDER, H. (1991): Komplexanalyse Bitterfeld Wolfen – Teil Boden. – GFE GmbH; Archiv LAGB Halle (Saale).
- WITT, A. & MAKESCHIN, F. (2013): Pilotstudie zu Zustand und C_{org}-Vorrat von Niedermooren in Sachsen-Anhalt unter Anwendung geoelektrischer Methoden. – Archiv LAGB Halle (Saale).

Anhang

Erläuterung der Anhänge

I. Grundlagen und bodenphysikalische Kennwerte für Bodenformen der VBK-Legende

Jede Legendeneinheit der VBK wird durch eine Bodenform beschrieben. Die Bodenform besteht aus der Kombination je einer boden- und substratsystematischen Einheit. Die Legendeneinheit der VBK ist damit durch eine eindeutige Abfolge typischer Horizonte definiert (Tab. I-1).

Die substratsystematische Einheit enthält verschlüsselte Informationen zu Genese, Skelett, Kalk und Bodenart/Gestein (Tab. I-2). Bei geschichteten Böden bilden in der VBK maximal zwei Substrate die substratsystematische Einheit. Entsprechend der Kartieranleitung liegt der Schichtwechsel zwischen 3 und 7 dm (/) oder 7 und 12 dm (//).

Die Bodenform beinhaltet Parameter, die die Bodeneigenschaften des Profils charakterisieren. Die Parameter basieren auf:

- konkreten Messwerten;
- empirisch-statistischen Zusammenhängen;
- allgemeinen Angaben auf Grundlage von Basisparametern (bspw. KA4/5) (Datenblätter).

Die Ableitung von Kennwerten, insbesondere zur Wasserbindung, kann mit Hilfe der in den Datenblättern angegebenen Parameter für in der Literatur veröffentlichte Methoden erfolgen.

- Die Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5) beinhaltet Kennwerte zur Wasserbindung in Abhängigkeit von Bodenart und Trockenrohddichte (ableitbar aus der Lagerungsdichte, die geschätzt werden kann (u.a. MÜLLER 2004)). Skelett- und Humusgehalte führen zu Zu-/Abschlägen. Den Kennwerten liegen bundesweite Datenbestände zugrunde (AD-HOC-AG BODEN 2005; RIEK et al. 1992; 1995).
- Für regionale Aussagen empfiehlt sich eine differenziertere Betrachtung unter Berücksichtigung des Substrates in Horizont-Gruppen (RIEK et al. 1992; 1995).
- Die höchste regionale Aussagekraft haben Messwerte, aus denen Mittelwerte und Mediane für Substrat-Horizont-Gruppen abgeleitet wurden (Tab. I-4 und Tab. I-5). Eine weitergehende regionale Auswertung wurde für Löss, Sandlöss und „Gebirgslöss“ vorgenommen (Tab. I-6a, b, c).

Sofern nicht anders angegeben, beziehen sich Begriffe und Schlüssel auf die KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005).

Begriffe

Bodenart	K Kennzeichnung des mineralischen Feinbodens (< 2000 µm) nach seiner Zusammensetzung aus Ton- Schluff- und Sandfraktionen
C _{org}	organischer Kohlenstoff
FK	Feldkapazität in Vol.-%, Wassergehalt in %, den ein Boden in ungestörter Lagerung maximal gegen die Schwerkraft speichern kann
Humus [OS]	organische Substanz
k _f	gesättigte Wasserleitfähigkeit in cm/d, Kennwert der Wasserdurchlässigkeit eines wassergesättigten Bodens
KAK _{pot}	Menge der bei einem pH-Wert von 8,2 in einem Boden austauschbar gebundenen Kationen
K-Faktor	von Bodenart, Humusgehalt, Aggregatform/-größe, Permeabilität und Steinbedeckung abhängiges Maß für die Erodierbarkeit des Oberbodens
LK	Luftkapazität in Vol.-%, Luftgehalt des Bodens als Volumenanteil bei Feldkapazität; Poren, in denen sich das Wasser der Schwerkraft folgend bewegt
nFK	nutzbare Feldkapazität in Vol.-%, Differenz zwischen FK und PWP; Teil der Feldkapazität, den die Pflanze durch die Wurzel aufnehmen kann
PV	Gesamtporenvolumen in %, Gesamtheit aller luft- und/oder wassergefüllten Hohlräume bezogen auf das Gesamtvolumen eines Bodens
PWP	permanenter Welkepunkt; Wassergehalt eines Bodens, bei dem die meisten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen unter sonst optimalen Standortbedingungen irreversibel zu welken beginnen
Sand [S] %	Anteil Kornfraktion von 63 µm bis 2000 µm
Schluff [U] %	Anteil Kornfraktion von 2 µm bis 63 µm
Skelett	Fraktion > 2000 µm
Ton [T] %	Anteil Kornfraktion < 2 µm
TRG/TRD	Trockenraumgewicht/Trockenrohddichte in g/cm ³ , Quotient aus der Trockenmasse einer Bodenprobe und ihrem Volumen bei natürlicher Lagerung

II. Beispiele hochauflösender Standortinformationen im Lössgebiet westlich von Magdeburg

Die Legenden bodenkundlicher Kartenwerke bestehen aus einzelnen Einheiten, die qualitativ unterschiedliche Informationen enthalten. Die Bodenform der VBK ist eine Kombination substrat- und bodensystematischer Einheiten. Das Klassenzeichen der Bodenschätzung setzt sich aus den Parametern Bodenart, Zustandsstufe und Entstehung (geologische Herkunft) zusammen. Somit spiegeln die Legendeneinheiten eingestufte Merkmals- und Eigenschaftskombinationen wider. Thematische Bearbeitungen beziehen sich auf die Legendeneinheiten, so dass die Struktur der Konturen erhalten bleibt und sich lediglich deren Aggregation ändert. Im Gegensatz dazu beziehen sich hochauflösende, flächenscharfe Informationen auf einen konkreten Messwert, hier die elektrische Leitfähigkeit EC. Dies wirkt sich auf die Möglichkeiten zur weiteren Bearbeitung und Entwicklung thematisch-bodenkundlicher Informationen aus, so dass sich an dieser Stelle zwei Verfahrensweisen unterscheiden lassen:

- Messungen bzw. Berechnungen konkreter Werte mit Regressionen und Formeln, die zur Darstellung in die Klassen der KA5 eingeordnet werden (Tongehalt, FK, nFK und KAK_{pot});
- Klassifizierung von Werten bzw. Zuweisung von Kennwerten, Anwendung von Verknüpfungsregeln und Methoden (Bodenart, Kennwerte zu Wasserbindung und -bewegung, Austauschverhalten, Erodierbarkeit sowie Maßnahmen).

Kennwerte zur Wasserbindung und Wasserbewegung sowie zum Austauschverhalten lassen sich sowohl mit Hilfe von Regressionsgleichungen als auch auf Grundlage von Bodenarten ermitteln. Das Ergebnis des ersten Verfahrens unterscheidet sich vom zweiten Verfahren sowohl durch eine räumlich als auch inhaltlich höhere Auflösung und Differenzierung. Daraus folgt ein entsprechend größeres Auswertungspotential. Beispielsweise ist ein Entscheidungskriterium zur Steuerung der Bodenbearbeitungstiefe ein Tongehalt von mehr bzw. weniger als 12 % (VOSSHENRICH 2004). Dieses Kriterium kann nur bei konkret vorliegenden Tongehalten Anwendung finden.

Flächenscharfe Bodeninformationen haben ein hohes praxisrelevantes Anwendungspotential, das von der Administration bis zur Flächennutzung mit konkreten Maßnahmen reicht. Im Hinblick auf die Landwirtschaft, insbesondere den Themenkomplex der *teilflächenspezifischen Wirtschaftsweise (Precision Farming)* gilt es, das Potential dieser Grundlagen weiter zu erschließen. Dies betrifft vor allem die Bereitstellung von Kennwerten und Methoden zur Steuerung bodenabhängiger Prozesse. Anwendungsspektrum und Bedarf an steuerungsrelevanten Bodeninformationen gehen schon heute thematisch über die Bodenbearbeitung hinaus und reichen räumlich bis in den Unterboden. Perspektivisch wird der Bedarf aus komplexen, anforderungsorientiert aufbereiteten, dreidimensionalen Informationen bestehen, der vielfältige, von Bodenfaktoren und -eigenschaften abhängige, Themenfelder umfasst. Hierfür gilt es die verschiedenen Einzelinformationen praxisgerecht auszuwerten und bereitzustellen.

III. Datenblätter für Substrat-Horizont-Gruppen

Die Datenblätter beinhalten eine räumliche Einordnung der Substrate, charakteristische Parameter und Hintergrundwerte. Aufbereitet münden diese Eingangsinformationen in Verteilungskarten (Anhang IV):

- Karten der Substratverbreitung (Verbreitung auf Grundlage der in den Legendeneinheiten der Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK 200, Hrsg. BGR) dominierenden bodenbildenden Gesteine);
- Bodenkundlichen Parameter aus statistischen Auswertungen realer Bodenhorizonte mit Messwerten;
- Hintergrundwerte in Abhängigkeit von Deck- und Liegendsubstrat für Ober- und Unterboden sowie Untergrund. Für einzelne Substrate wurden weitere Differenzierungen vorgenommen. Dies betrifft bspw. bei der Nutzung die Unterscheidung von Ap- und Ah-Horizonten für den Oberboden, Ah-Horizonte bei tiefhumosen Lössböden sowie Grund- und Stauwasserhorizonte.

Keine Wertangabe in den Tabellen bedeutet, dass der Anteil der Proben mit Messwerten oberhalb der Bestimmungsgrenze nicht ausreichte, um den Median bzw. das 90. Perzentil zu bestimmen.

IV. Ausgewählte Kartenbeispiele

Die regionalisierte Darstellung der Hintergrundwerte in den Kartenbeispielen erfolgt als landesweit generalisierte Übersicht auf Grundlage der BÜK 200. Den dominierenden Substraten in Oberboden und Untergrund wurden die Hintergrundwerte zugewiesen. Die Darstellung in den Auen erfolgt, mit Ausnahme der Elbe, ohne Substrat- und Nutzungsdifferenzierung nur für die auskartierten Auenböden.

Die Gehalte von Cd und Pb stehen für stärker anthropogen, Cr und Ni für geogen geprägte Herkunft.

I. Grundlagen und bodenphysikalische Kennwerte für Bodenformen der VBK-Legende

Tab. I-1: Bodensystematisches Inventar der VBK mit absoluten und prozentualen Anteilen an der Fläche des Landes Sachsen-Anhalt

Klasse	Fläche [Hektar]	Anteil [%]	Typ	Subtyp	Horizont	Fläche [Hektar]	Anteil [%]
O	736	0,04	OL	OL	A/C	736	0,04
R	181653	8,81	RQ	RQ	Ah/C	17019	0,83
				GG-RQ	Ap(h)/C/Go/Gr	1317	0,06
				RN	Ah/C	5416	0,26
				RR	Ah/C	7744	0,38
T	346952	16,83	TT	RZ	Ap(h)/C	150157	7,29
				TT	Ap(h)/Ah/C	256100	12,43
				BB-TT	Ap(h)/Ah/Bv/C	49319	2,39
				LL-TT	Ap(h)/Ah/Bht/C	12519	0,61
				SS-TT	Ap(h)/Ah/Sw/Sd	8121	0,39
D	110	0,01	DD	GG-TT	Ap(h)/Ah/Go/Gr	20894	1,01
				RZ-DD	Ap(h)/P/C	110	0,01
				BB	Ap(h)/Bv/C	318810	15,47
B	440632	21,38	BB	PP-BB	Aehe/Bshs/Bv/C	31845	1,55
				SS-BB	Ap(h)/Bv/Sw/Sd	74701	3,62
				GG-BB	Ap(h)/Bv/Go/Gr	15276	0,74
				LF	Ap(h)/Ael/Bt/C	74559	3,62
L	172080	8,35	LF	BB-LF	Ap(h)/Bv/Ael/Bt/C	94424	4,58
				LL	Ap(h)/Al/Bt/C	3097	0,15
				PP	Aehe/Ae/Bh/Bs/C	8334	0,40
P	89004	4,32	PP	BB-PP	Aehe/Ae/Bshs/Bv/C	64281	3,12
				GG-PP	Aehe/Ae/Bshs/Bv/Go/Gr	16389	0,80
				SS	Ap(h)/Sw/Sd	17187	0,83
S	49833	2,42	SS	SSh	Ap(h)/Ah/Sw/Sd	22845	1,11
				GG-SS	Ap(h)/Se/Sd/Go/Gr	6701	0,33
				SG	Sw-Ah/Srw/Srd	3101	0,15
				YK	Ap(h)/M-Bv/C	3140	0,15
Y	3731	0,18	YK	SS-YK	Ap(h)/M/Sw/Sd	133	0,01
				GG-YK	Ap(h)/M/Go/Gr	459	0,02
				AQ	GG-AQ	Ap(h)/C/G	3376
A	181444	8,80	AQ	AZ	Ap(h)/C/G	636	0,03
				AT	Ap(h)/Ah/C/G	637	0,03
				GG-AT	Ap(h)/Ah/AhGoAh/G	35819	1,74
				AB	Ap(h)/M/C/G	40086	1,94
				GG-AB	Ap(h)/M/G	92390	4,48
				SS-AB	Ap(h)/M/Sw/Sd	8499	0,41
G	356147	17,28	GG	GG	Ap(h)/Go/Gr	191184	9,28
				GGh	Ah/AhGoAh/Go/Gr	98177	4,76
				SS-GG	Ah/Sw/Sd/Go/Gr	36644	1,78
				GM	Aa/Gr	28557	1,39
				GH	H/Gr	1584	0,08
H	54331	2,64	HN	HN	Hn(Aa)/Hn/Gr	2	0,00
				GG/HN	Ah/Go/(Gr)/Hn	2911	0,14
				HH	Hh/Gr	432	0,02
			KV	KV	H/Gr	50987	2,47
sonstige	184409	8,95				184409	8,95
Summe	2061063	100,00				2061063	100,00

Tab. I-2: Substratinformationen nach KA5 (Ad-HOC-Ag BODEN 2005) und Datenbankschlüssel

Genese	Klartext	Schlüssel
o	anthropogen	01
oj	gekippt	02
oy	künstlich/technogen	06
a	äolisch	70
u	holozän umgelagert	50
og	organogen	60
f	fluvilimnogen	10
fo	Auen	14
fg	glazifluviatil	12
fl	limnisch	17
g	glazigen	30
p	periglaziär	20
pfl	solifluidal	22
s	räquartär	80
c	verwittert	40
n	verfestigt	90

Skelett		Schlüssel
keine Angabe	< 2 Vol.-%	00
(k)	2–25 Vol.-% Kies (kiesig)	11
k	> 25 Vol.-% Kies	10
(v)	2–25 Vol.-% Skelett (skeletthaltig)	31
v	> 25 Vol.-% Skelett	30

Kalk		
keine Angabe	kalkfrei	0
e	kalkhaltig	1

Bodenart/Gestein		
s	Sand	10
ls	Lehmsand	13
us	Schluffsand	12
l	Lehm	30
sl	Sandlehm	31
u	Schluff	20
t	Ton	40
F	Mudde	66
Fmk	Kalkmudde	67
Fmt	Tonmudde	64
Hn	Niedermoortorf	60
Hh	Hochmoortorf	61
k	Kies	70
n	Schutt/Gestein	80
v	Skelett/Gestein	90

Beispiele:

Substrat	Klartext	Kürzel	Schlüssel
äolischer Sand	Flug- / Dünen sand	a-s	70-00-0-10
Auenton	Auenton	fo-t	14-00-0-40
fluviatiler, kiesiger Sand	kiesiger Flusssand	f-(k)s	12-11-0-10
glazifluviatiler Skelettsand	Schmelzwasserschotter	fg-vs	14-30-0-10
periglaziärer, kalkhaltiger Schluff	Löss	p-eu	20-00-1-20
glazigener, skeletthaltiger, kalkhaltiger Lehm	Geschiebemergel	g-(v)el	0-31-1-30

Tab. I-3: C_{org}-Vorräte ≥ 100t/ha von Bodentypen der VBK

Bodentyp	Klasse	Fläche (ha)	C _{org} (in 1000't)	C _{org} (t/ha)
Erdniedermoor	H	49.346	30.313	614
Niedermoor	H	2	1	483
Gley über Niedermoor	H	2.845	915	322
Moorgley	G	1.523	426	279
Anmoorgley	G	26.095	5.709	219
Tschernitza	A	618	135	219
Gley-Tschernitza	A	34.312	6.521	190
Gley-Tschernosem	T	19.653	3.202	163
Pararendzina-Pelosol	D	104	14	137
Vega (Braunauenboden)	A	37.648	5.122	136
Pseudogley-Gley (Amphigley)	G	35.417	4.189	118
Kolluvisol	Y	3.021	356	118
Tschernosem (Schwarzerde)	T	250.793	29.510	118
Humuspseudogley	S	22.409	2.450	109
Braunerde-Tschernosem	T	47.871	5.159	108
Gley-Vega	A	88.879	9.398	106
Pseudogley-Vega	A	8.278	850	103
Pararendzina	R	143.016	14.258	100

Tab. I-4: Physikalische Kennwerte (Mediane) für Horizonte der Löss- und Sandlösslandschaften
(Datengrundlage: Messwerte von ALTERMANN & SCHRÖDER 1984; 1992 und SCHRÖDER 1987)

Substrat	Horizont	n	S	U	T	Bodenart	PV	LK	FK	nFK	PWP	Kf	TRG
Löss	Ap	29	3	79	17	Ut4	48	13	35	23	13	0,094	1,36
	Ah	100	3	76	20	Ut4	48	10	36	22	15	0,322	1,37
	Bv	3	6	77	16	Ut3	48	10	39	26	12	0,793	1,39
	Bt	6	6	70	24	Ut4	44	5	39	21	19	0,236	1,48
	C	98	4	83	13	Ut3	46	5	40	30	10	0,270	1,44
Sandlöss	Ap	2	49	38	14	Sl4	40	6	29	23	11	0,315	1,57
	Ah	11	47	37	16	Sl4	39	7	32	20	12	0,590	1,57
	C	7	38	47	15	Slu	43	8	33	22	13	0,571	1,50
Geschiebemergel	C	23	55	30	16	Sl4	32	4	27	11	16	0,149	1,82

Tab. I-5: Physikalische Kennwerte (Mediane) wesentlicher Lockersedimente im Harz
(Datengrundlage: Messwerte ALTERMANN 1989; ALTERMANN et al. 1984)

Schicht TGL	Genese KA5	n	S	U	T	Bodenart	PV	LK	FK	nFK	PWP	Kf	TRG
Gebirgslöss	p	56	13	66	21	Ut4	46	7	39	22	15	26,8	1,43
Löss-Fließerde	pfl	51	14	60	23	Lu	35	2	32	10	21	0,9	1,72
Basisfließerde	pfl	3	17	61	14	Uls	32	0	34	19	13	0,4	1,80
Basisschutt	c / p	6	22	59	20	Lu	30	3	32	14	18	4,3	1,80
Talsediment	u	8	10	64	25	Lu	51	4	45	30	17	37,9	1,30
Auenlehm	fo	5	12	72	16	Ut3	57	9	48	37	7	149,0	1,10

Tab. I-6: Auf Basis von Messwerten berechnete Kennwerte zur Wasserbindung (IkELs & WESSOLEK 2008)

a) Löss-Horizont-Gruppen

Horizont		Ah/Ap/Al					Bv/Sw/G/Cv					Sd/Swd/Bv/Bt				
TRD		1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
GPV	Ut2		48	43			51	47	44	40						
	Ut3	50	47	43			51	47	44	40	34			43	40	37
	Ut4	51	47	43	40		42	47	44	40	33			43	39	
	Lu	55	47	43						40			48	43	40	
	Tu3	51	46		40		58		44				47	44	41	
	Tu4	49	48	42				43					48	43	40	
LK	Ut2		8	8			15	8	5	9						
	Ut3	15	12	8			13	7	6	6	3			7	5	8
	Ut4	14	10	7	5		19	11	9	5	2			7	4	
	Lu	20	11	10						7			12	6	3	
	Tu3	20	13		7		24		8				8	5	2	
	Tu4	14	11	6				8					12	8	4	
FK	Ut2		40	35			36	38	39	32						
	Ut3	36	35	35			38	40	38	35	32			36	34	30
	Ut4	37	37	36	35		34	36	36	35	31			36	36	
	Lu	36	35	33						34			36	37	36	
	Tu3	31	34		32		35		36				39	38	39	
	Tu4	35	36	37				39					35	35	37	
nFK	Ut2		31	27			30	31	32	23						
	Ut3	25	23	23			27	29	26	23	18			24	23	19
	Ut4	23	21	20	17		21	20	20	18	15			19	19	
	Lu	16	20	12						14			18	16	16	
	Tu3	10	8		7		17		10				16	11	10	
	Tu4	16	18	15				20					15	16	14	
PWP	Ut2		10	8			6	7	8	9						
	Ut3	11	11	11			11	11	11	12	14			12	12	11
	Ut4	14	15	16	18		13	16	16	16	15			18	18	
	Lu	20	16	20						20			19	21	20	
	Tu3	21	26		25		17		27				23	28	29	
	Tu4	19	18	22				19					21	19	23	

b) Sandlöss-Horizont-Gruppen

Horizont		Ah/Ap/Al					Bv/Sw/G/Cv					Sd/Swd/Bv/Bt				
TRD		1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
GPV	Lu		46		38		49		44							
	Sl4			42	38			46								
	Slu				41	35				39						
LK	Lu		14		9		21		11							
	Sl4			8	6			17								
	Slu				11	7				8						
Fk	Lu		32		29		29		34							
	Sl4			34	33			29								
	Slu				29	29				31						
nFK	Lu		17		13		14		19							
	Sl4			22	20			17								
	Slu				17	20				19						
PWP	Lu		14		17		15		16							
	Sl4			12	13			12								
	Slu				12	9				12						

c) Gebirgslöss-Horizont-Gruppen

Horizont		Ah/Ap/Al					Bv/Sw/G/Cv					Sd/Swd/Bv/Bt				
TRD		1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
GPV	Ut3						51	47	44	40						
	Ut4						51	47	44	40						
	Lu						42	47	44	40						
Lk	Ut3						10		9	4						
	Ut4						9	11	7	8						
	Lu						9	10	7	5						
Fk	Ut3						41		36	34						
	Ut4						46	36	37	33						
	Lu						43	37	36	34						
nFk	Ut3						31		24	21						
	Ut4						32	21	21	17						
	Lu						26	19	18	16						
PWP	Ut3						10		11	13						
	Ut4						13	15	16	15						
	Lu						17	18	18	18						

II. Beispiele hochauflösender Standortinformationen im Lössgebiet westlich von Magdeburg

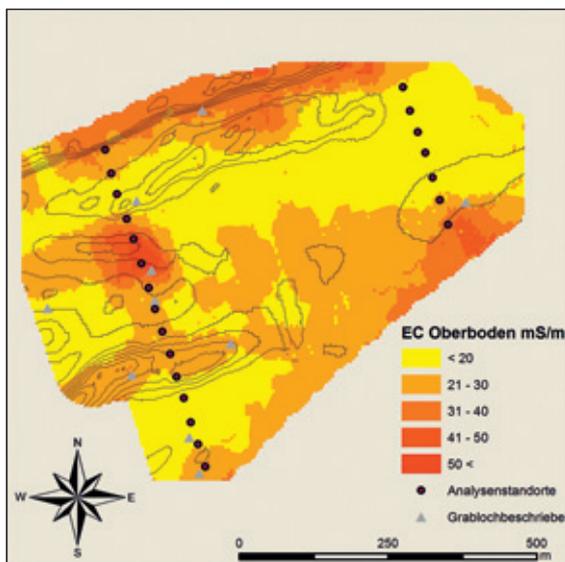


Abb. II-1: Grundlagen

- EC Oberboden in mS/m
- Scheinbare elektrische Bodenleitfähigkeit (EC) des Oberbodens, gemessen mit dem Gerät VERIS 3100. Die EC wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Zu den variablen, schätzbaren Faktoren gehört der Tongehalt.
- Analysenstandorte
- Zur Schätzung der Ton- und Schluffgehalte mit Hilfe der elektrischen Leitfähigkeit über Regressionsgleichungen wurden Bodenproben entnommen und die einzelnen Kornfraktionen bestimmt.
- Grablochbeschriebe der Bodenschätzung
- Für die Grablöcher der Bodenschätzung liegen Schichtbeschreibungen vor, die in den Sprachgebrauch der KA5 übertragen wurden.

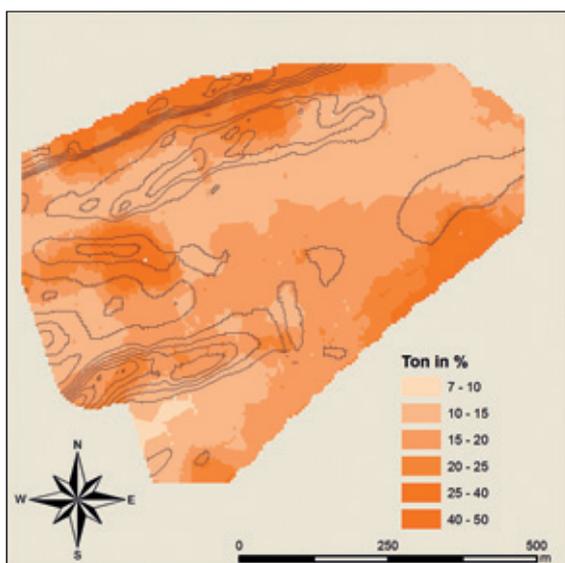


Abb. II-2: Schätzung des Tongehaltes

Die Schätzung erfolgt über die Ableitung einer Regressionsgleichung. Hierfür wird einem flächenkonkreten EC-Messwert ein mittels Analysen bestimmter Tongehalt in % zugewiesen. Alternativ zu Analysenwerten können für eine Kalkulation die nach KA5 erschlossenen Schichtbeschreibungen der Bodenschätzung dienen. Als konkreter Wert geht dann die Klassenmitte des Tongehaltes einer Feinbodenart in die Berechnung ein.

Grundlagen

- EC-Messwerte für den Oberboden
- Analytierte Bodenproben
- Regressionsgleichung für das nebenstehende Beispiel:

$$\text{Ton-\%} = 0,796 \text{ mS/m} - 0,166 \quad (R^2: 0,86)$$

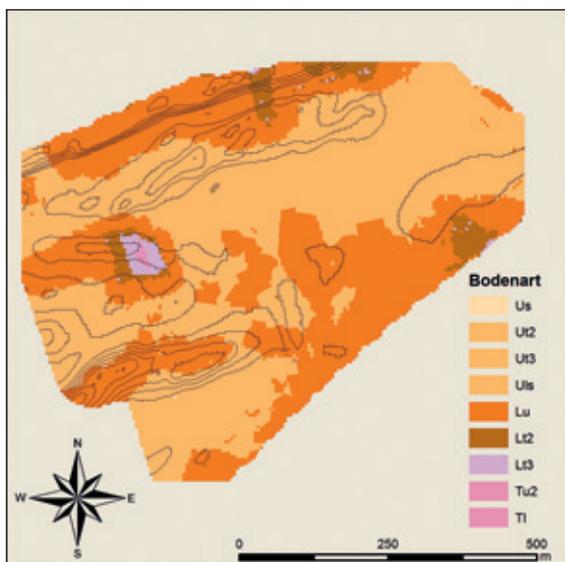


Abb. II-3: Bodenart

Kennzeichnung der Zusammensetzung des mineralischen Feinbodens (Korndurchmesser < 2000 µm), aus den Kornfraktionen Sand (63–2000 µm), Schluff (2–63 µm) und Ton (< 2 µm). Sofern Angaben für zwei Fraktionen vorliegen, kann die Bodenart aus dem Bodenartendreieck der Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 2005) abgeleitet werden.

Grundlagen

- $\text{Bodenart} = \text{Sand-\%} + \text{Schluff-\%} + \text{Ton-\%}$
- $\text{Ton-\%} = 0,796 \text{ mS/m} - 0,166 \quad (R^2: 0,86)$
- $\text{Schluff-\%} = -0,834 \text{ mS/m} + 81,37 \quad (R^2: 0,27)$

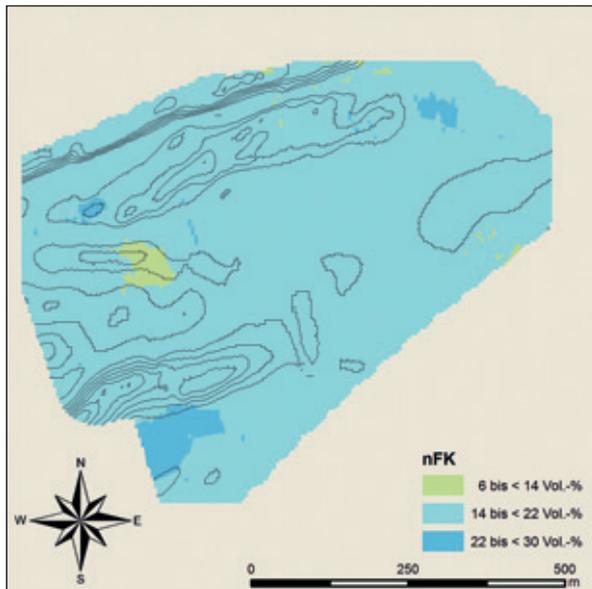


Abb. II-4: Nutzbare Feldkapazität (nFK)

Wasseranteil in Vol.-%, den der Boden pflanzenverfügbar speichern kann.

Grundlagen

- $nFK = f(\text{Bodenart, Humus und Trockenrohdichte})$
(AD-HOC-AG BODEN 2005)

Basisdatum / Anwendungsgebiete

- Bodenwasserhaushalt
- Beregnungsplanung
- Anbauplanung
- Abgrenzung von Ertragspotentialzonen

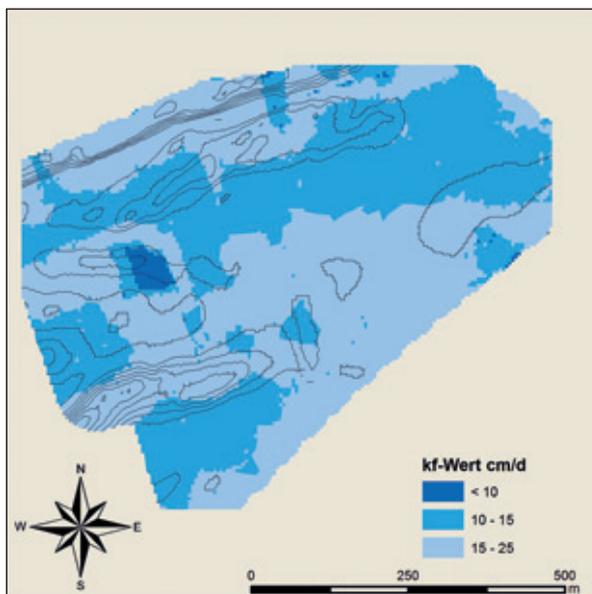


Abb. II-5: Wasserleitfähigkeit im gesättigten Zustand (kf-Wert)

Maß für die Wasserdurchlässigkeit eines wassergesättigten Bodens.

Grundlagen

- Bodenartenkürzel nach KA5
- Trockenraumgewicht
(RIEK et al. 1993; AD-HOC-AG BODEN 2005)

Basisdatum / Anwendungsgebiete

- potentielle Verdichtungsempfindlichkeit

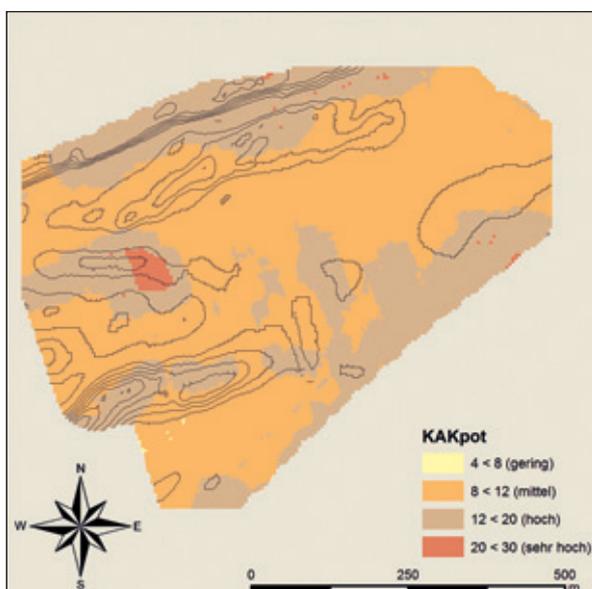


Abb. II-6: Potentielle Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot})

Menge der austauschbar gebundenen Kationen bei einem pH-Wert von 8,2 in cmol/kg. Die KAK_{pot} lässt sich für den Mineralboden näherungsweise aus Ton-, Schluff- und Humusgehalten ableiten.

Grundlagen

- $KAK_{pot} = 0,5 * \text{Ton} + 0,05 * \text{Schluff}$ (humusfreie Mineralböden)
(AD-HOC-AG BODEN 2005)
- $KAK_{pot} = \text{Bodenart} + 2 * \text{Humus}$ (Mineralböden)
(AD-HOC-AG BODEN 2005)

Basisdatum / Anwendungsgebiete

- Filterwirkung einheitlicher Bodenhorizonte bzw. -schichten

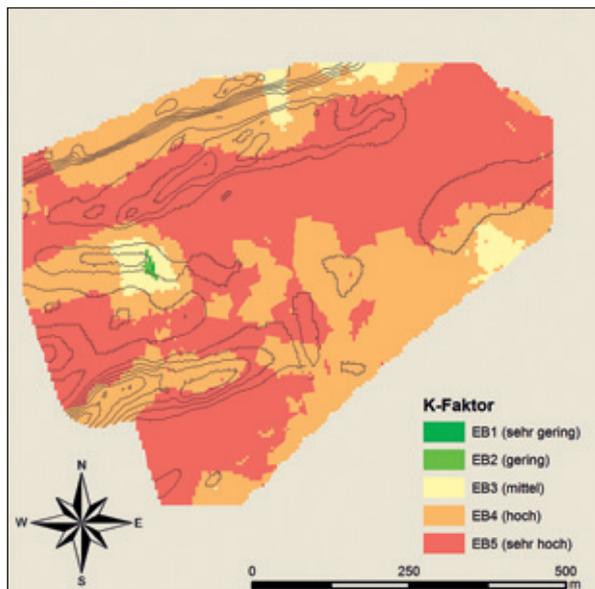


Abb. II-7: Erodierbarkeit des Oberbodens (K-Faktor)

Empfindlichkeit des Bodens gegenüber dem Abtrag durch oberflächlich abfließendes Wasser.

Grundlagen

- Wassererodierbarkeit des Bodens in Abhängigkeit von der Bodenart (KA5, AD-HOC-AG BODEN 2005)

Basisdatum / Anwendungsgebiete

- allgemeine Bodenabtragsgleichung
- potentielle Erosionsgefährdung durch Wasser

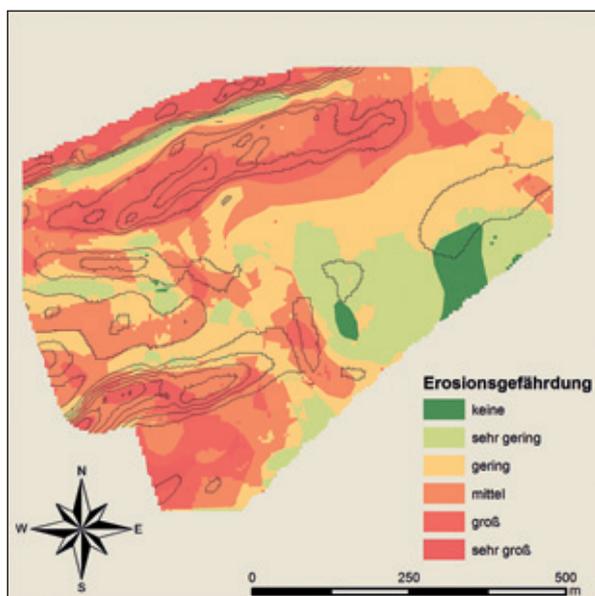


Abb. II-8: Wassererosionsgefährdung von Mineralböden

Empfindlichkeit des Bodens gegenüber dem Abtrag durch oberflächlich abfließendes Wasser in Abhängigkeit von Erodierbarkeit (K-Faktor) des Oberbodens und der Hangneigung.

Grundlagen

- Bodenart
- Hangneigung

Basisdatum / Anwendungsgebiete

- Erosionsschutzmaßnahmen

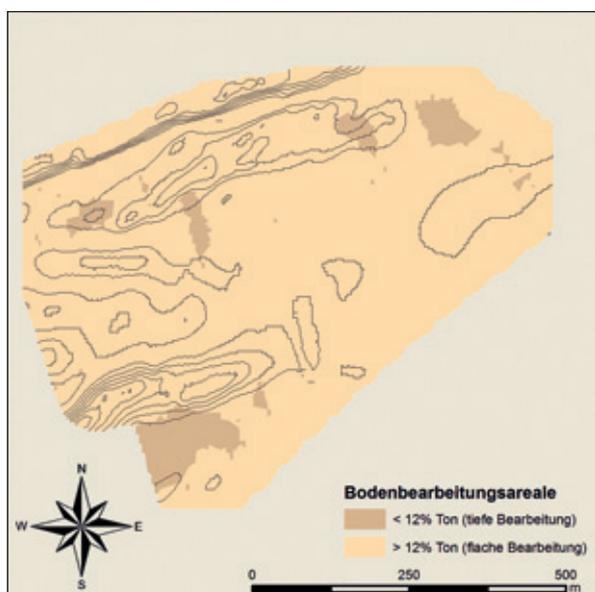


Abb. II-9: Steuerung der Bearbeitungstiefe

In Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften und der Heterogenität eines Standortes lassen sich durch angepasste Bearbeitungstiefen Betriebsmittel sparen (VOSS-HENRICH 2004).

Grundlagen

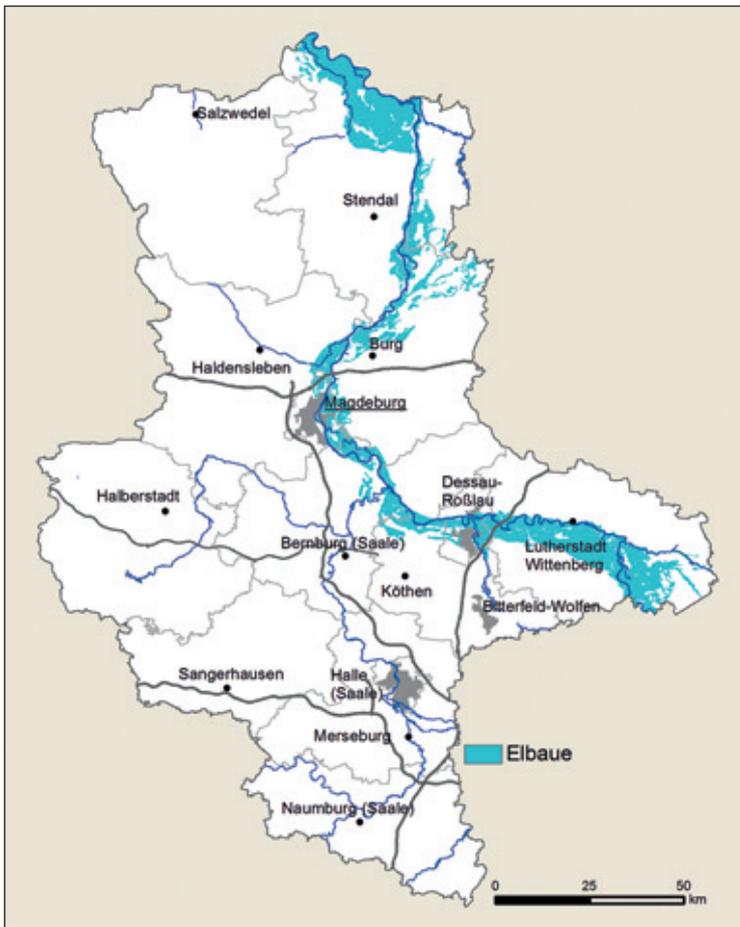
- Tongehalt
- Vernässung/hydromorphe Erscheinungen (Senken)
- Humuszustand (Kuppen)
- Erosionsgefährdung

Basisdatum / Anwendungsgebiete

Die Grenze für den Tongehalt liegt bei 12 %. Bei einem Tongehalt < 12 % sollte tief, > 12 % kann flach bearbeitet werden. Aufgrund des Tongehalts könnten 93 % nebenstehenden Schlages flach bearbeitet werden.

III. Datenblätter für Substrat-Horizont-Gruppen

Abb. III-1: Sedimente der Elbaue



- **Elbaue:** holozäne, meist geschichtete Ablagerungen im Überschwemmungsgebiet der Elbe.
- **Bodenart:** vorwiegend Lehm (Abb. 2), z. T. tonig.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** meist carbonatfrei.
- **Humusgehalt:** meist tiefhumos.
- **Nutzung:** regional starker Wechsel zwischen Acker, Grünland und Wald; über den gesamten Flussverlauf in Sachsen-Anhalt vergleichbare Anteile.
- **Bemerkung:** Die Elbe durchfließt in Sachsen-Anhalt bis zu nördlichen Landesgrenze die Bodenregionen der Löss- und Sandlösslandschaften sowie der Altmoränenlandschaften mit Sandern, Grundmoränenplatten und Endmoränen. Die Werte beziehen sich ohne weitere Substratdifferenzierung auf das gesamte Gebiet der Elbaue. Unterschiede zwischen Ap- und Ah-Werten der Oberböden resultieren u. a. aus regional stark wechselnden Schwerpunkten der Flächennutzung.
- **Fläche:** 199.700 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 9,7 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Ap	Ls3		48	33	18	2,1	0	6,0
	Ah	Lt2		20	48	25	7,9	0	5,2
Unterboden	M	Ls3		48	30	19	1,6	0	5,7
Untergrund	C/Go	Sl2		73	18	6	0,5	0	5,8
	Sd	Lt3		14	35	36	1,0	0	5,7

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ap Oberboden	N	31	28	28	28	31	28	31	31	31	28	28	11	31	31	28	28	28	28	28	28	28	31
Ap Oberboden	50	11	4	170		0,4	9	44	15	0,1	23	574		20	20		0,3		43,8			44	76
Ap Oberboden	90	25	30	359	2	1,2	16	70	31	0,2	57	1086	1,4	33	57		0,7	3,5	93,4			95	113
Ah Oberboden	N	184	29	29	29	192	29	192	192	29	29	22	192	192	29	29	29	29	29	29	29	29	192
Ah Oberboden	50	38	19	327	2	3,7	14	90	88	3,5	46	784		40	129		1,0	6,2	83,3			79	460
Ah Oberboden	90	105	31	515	3	9,3	21	174	205	12,5	59	1198		64	231		2,1	13,7	126,8			98	1099
Oberboden	N	196	57	57	57	213	57	223	209	203	57	57	33	208	217	57	57	57	57	57	57	57	222
Oberboden	50	28	17	295	1	2,9	13	82	71	2,0	40	737		36	110		0,6		68,5			68	385
Oberboden	90	77	31	432	3	8,4	18	165	172	9,1	59	1191	1,1	56	219		1,6	9,5	109,2			97	1053
Unterboden	N	253	118	118	118	262	118	262	262	257	118	118	72	262	262	118	118	118	118	118	118	118	262
Unterboden	50	20	11	195	1	0,5	10	50	27	0,3	28	461		26	37		0,3		41,5			50	103
Unterboden	90	56	26	369	3	4,8	17	112	124	5,0	59	986		47	166		1,2	5,9	80,9			93	594
Untergrund	N	91	82	82	82	91	82	91	91	91	82	82	59	91	91	82	82	82	82	82	82	82	91
Untergrund	50	14	16	258	2	0,2	13	50	17	0,1	41	536		26	10		0,4		59,1			68	76
Untergrund	90	29	29	460	3	0,8	18	87	36	0,3	68	1185		46	37		1,1	3,0	100,8			109	116
Srd	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	17	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Srd	50	15	14	313	2	0,1	14	64	19	0,1	48	671		29	28		0,5		64,9			74	74
Srd	90	39	23	503	4	0,4	23	84	35	0,1	75	1220	1,9	62	46		1,2	3,1	107,0		14	99	100

Sedimente der Elbaue (fo-s)

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Sl2		79	14	8	1,8		5,5
Unterboden		St2		87	7	6	0,5		5,8
Untergrund		Ss		93	4	2	0,3		5,8

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	36	9	11	10	38	12	39	38	36	10	11	4	39	38	12	8	10	12	12	12	10	37
Oberboden	50	23		98		1,9	4	49	48	1,3	12	247		24	83		0,2		26			24	239
Oberboden	90	77		134		5,5	7	101	117	5,4	14	325		46	142		0,2		33			27	642
Unterboden	N	67	46	44	37	68	45	74	67	71	43	44	25	74	66	48	44	43	43	48	48	45	66
Unterboden	50	5		84		0,2	4	16	6	0,1	9	146		9	5		0,1		19			17	30
Unterboden	90	15	10	125		0,8	8	33	16	0,3	18	367		18	19		0,3		26			33	62
Untergrund	N	21	16	16	16	20	16	17	18	18	14	15	14	18	16	16	16	13	13	16	16	14	21
Untergrund	50	7	3	94		0,1	5	8	6	0,1	9	154		6	6		0,2		21			16	31
Untergrund	90	16	12	162	1	0,3	9	16	11	0,2	22	301		10	10		0,4		25			31	67

Sedimente der Elbaue (fo-l)

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Ls3		46	37	22	4,0		5,6
Unterboden		Ls3		48	30	21	1,1		5,5
Untergrund		Sl4		51	37	14	0,5		6,0

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	40	17	17	17	43	17	43	43	43	16	17	9	43	45	17	16	16	15	17	17	17	43
Oberboden	50	19	16	243	1	2,2	12	61	49	1,0	33	784		30	71		0,6		59			58	267
Oberboden	90	45	24	331	2	5,2	16	94	102	4,7	44	1226		41	176		0,8	5,3	81			84	548
Unterboden	N	45	27	31	33	47	30	45	46	41	33	31	18	49	44	33	30	33	30	33	33	30	42
Unterboden	50	16	15	218	1	0,3	11	48	18	0,1	36	541		25	18		0,4		48			55	74
Unterboden	90	32	19	283	2	1,5	15	59	34	0,3	46	788		36	50		0,9	4,4	56			72	112
Untergrund	N	6	7	8	8	7	7	7	7	6	8	7	8	7	7	8	8	7	8	8	8	7	7
Untergrund	50	10	13	182	1	0,2	10	36	12	0,1	31	296		21	7		0,3		44			41	53
Untergrund	90	11	16	208	2	0,2	12	43	18	0,1	40	569		25	20		0,4		53			55	59

Sedimente der Elbaue (fo-u)

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Lu		20	61	21	7,9		5,2
Unterboden		Lu		22	55	21	2,1		5,2
Untergrund		Lu		29	54	15	0,7		5,6

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	25	7	8	7	27	8	26	27	27	8	7	8	27	28	8	9	5	7	8	9	9	27
Oberboden	50	30	21	310	2	4,4	14	98	89	3,4	51	770		45	170		0,7	7,7	78			69	503
Oberboden	90	52	32	405	2	9,5	16	159	190	10,9	61	843		2	257		1,3	8,6	93			97	1011
Unterboden	N	80	13	14	15	78	14	78	79	77	15	14	11	80	86	15	15	14	13	16	15	16	80
Unterboden	50	28	20	286	2	1,1	14	63	38	0,9	49	785		30	65		0,6		62			75	190
Unterboden	90	58	26	328	2	3,9	16	96	115	4,9	54	946		1	45	177	1,5	8,1	75			84	564
Untergrund	N	9	3	5	4	7	4	7	9	7	4	4	4	8	8	5	4	5	5	5	5	4	6
Untergrund	50	19	17	250	2	0,3	13	53	21	0,1	42	624		27	10		0,3		59			58	79
Untergrund	90	50	17	261	2	0,4	13	55	35	0,2	45	705		31	42		0,4		61			60	83

Sedimente der Elbaue (fo-t)

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Lt3		8	47	38	7,8		6,0
Unterboden		Tu3		7	52	36	2,7		5,6
Untergrund		Lt3		10	48	42	0,4		5,4

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	22	13	13	14	30	13	31	28	28	13	14	6	33	32	14	13	13	12	14	14	13	30
Oberboden	50	27	25	378	3	1,8	14	89	35	0,2	54	851		40	82		1,0		92			93	157
Oberboden	90	36	32	433	4	4,9	18	150	97	3,7	69	1171		56	228		1,6	8,9	105			117	504
Unterboden	N	33	20	18	16	34	20	32	34	28	17	20	14	36	34	19	21	19	15	19	19	20	33
Unterboden	50	28	22	365	3	0,5	17	78	36	0,1	60	878		39	40		0,6		81			97	121
Unterboden	90	47	30	423	3	2,3	21	95	75	0,4	69	1113		50	116		1,4	7,1	82			114	268
Untergrund	N	5	5	6	5	5	4	6	5	5	5	6	6	6	5	6	5	6	5	6	6	6	4
Untergrund	50	20	27	333	2	0,3	17	70	30	0,1	57	1029		37	24		0,6	1,5	80			85	118
Untergrund	90	28	33	419	3	0,5	17	83	35	0,2	59	1163		40	37		0,7	4,7	81			105	130

Abb. III-5: Niedermoor (og-Hn)

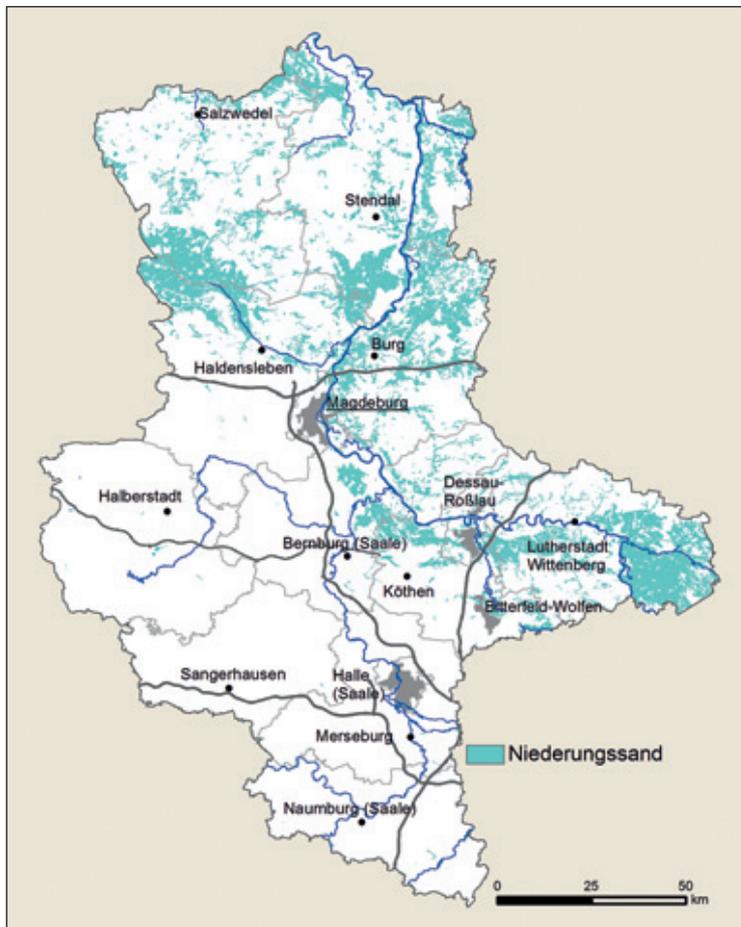


- **Niedermoor:** Böden aus Torfen (≥ 30 Masse-% org. Substanz) mit einer Mindestmächtigkeit > 3 dm. Torfe entstehen durch Anhäufung unvollständig zersetzten Pflanzenmaterials im wassergesättigten Milieu; ständiger Zufluss nährstoffreichen Wassers aus den umgebenden Mineralböden.
- **Mächtigkeit:** Torfdecke > 3 dm.
- **Bodenart:** organischer Boden/Torf mit geringen Anteilen der verschiedenen Mineralbodenfraktionen und Mudden.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** nährstoff- und basenreich, in Abhängigkeit vom zufließenden Wasser carbonatfrei bis carbonatreich, überwiegend carbonathaltig.
- **Humusgehalt:** bis in den Untergrund organisch (Torf).
- **Nutzung:** überwiegend Grünland und verbreitet Wald.
- **Bemerkung:** Auf dem überwiegenden Teil der Niedermoorflächen wurden Grundwasserabsenkungen vorgenommen, die zur Bildung von Torfschrumpfungshorizonten mit Veränderung der Torfeigenschaften führten.
- **Fläche:** 51.000 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 2,5 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Hv						55,0		5,0
Unterboden	Hw						54,3		5,6
	Hr						60,2		5,1

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	13	16	13	13	15	12	13	11	16	15	15	6	14	13	13	13	14	13	14	12	13	14
Oberboden	50	9	11	138		0,7	3	35	18	0,2	13	449	1,2	10	42		1,5		127			44	53
Oberboden	90	10	25	194	1	1,1	4	43	21	0,4	19	846	4,2	12	55		1,8	1,9	156	0,2		65	68
Unterboden	N	16	18	19	19	22	18	19	17	21	18	22	12	19	22	17	19	17	18	17	19	21	19
Unterboden	50	9	13	143		0,4	2	15	14	0,2	4	526	1,5	9	19		1,7		113			29	23
Unterboden	90	14	29	218	1	0,9	3	24	19	0,4	12	892	3,6	17	62		2,6		161		1,8	78	35
Untergrund	N	11	11	11	12	13	12	11	12	12	11	10	7	11	12	13	12	12	10	11	11	10	10
Untergrund	50	6	14	83		0,2	3	10	15	0,2	6	260	2,0	8	10		1,3		89			14	18
Untergrund	90	8	36	113	1	0,8	6	23	20	0,2	15	285	4,0	11	31		2,0		107		2,7	34	25

Abb. III-6: Niederungssand (f-s)



- **Niederungssand:** kaltzeitliche, meist geschichtete Sande mit wechselnden Kiesanteilen; von in ruhiger Strömung fließendem Wasser abgelagert.
- **Mächtigkeit:** Dezimeter bis mehrere Meter.
- **Bodenart:** Fein- bis Mittelsand, verbreitet schwach lehmig.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** vorherrschend carbonatfrei, gering verbreitet carbonatarm.
- **Humusgehalt:** in Abhängigkeit der Wasserverhältnisse im Oberboden schwach humos.
- **Nutzung:** verbreitet Acker, Grünland und Wald.
- **Bemerkung:** Niederungssande kommen in weiten flachen Niederungen mit ebener Oberfläche vor.
- **Fläche:** 301.700 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 14,9 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Ap	Ss	1	91	5	4	1,3	0,4	5,8
	Ah	Ss	0	91	5	2	0,8		4,2
Unterboden	Aehe	Ss		93	5	2	2,0		4,2
	Bshs	Ss		99	1	0	0,1	0,2	4,3
	Go	Ss	1	95	3	2	0,2	0,2	5,6
Untergrund	C	Ss	1	95	3	2	0,2		5,6
	Gr	Ss	1	95	3	1	0,1	0,2	6,3

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn		
Ap_Oberboden	N	10	12	11	11	12	9	14	14	13	13	12	3	11	10	12	10	12	13	13	13	11	13		
Ap_Oberboden	50	3	3	71		0,2	2	16	7	0,1	10	201		5	17		0,3		34				18	25	
Ap_Oberboden	90	3	15	100		0,3	3	20	9	0,1	19	236		7	19		0,4		42					25	35
Oberboden	N	22	19	20	18	20	16	23	23	20	21	19	8	23	22	21	17	20	20	20	20	19	22		
Oberboden	50	3		70		0,2	2	13	5	0,1	7	171		4	18		0,3		22					15	23
Oberboden	90	7	10	109		0,3	3	20	9	0,1	19	239		7	26		0,4		39					25	35
Unterboden	N	60	50	62	54	62	60	69	66	66	62	59	35	67	57	65	59	64	62	59	60	63	67		
Unterboden	50	3		56			2	10	3		6	82		5					14					13	14
Unterboden	90	7		83		0,3	4	18	7	0,1	11	188		8	4		0,2		23					23	25
Untergrund	N	49	55	52	47	52	54	55	56	53	55	51	55	56	55	58	56	56	59	51	51	56	53		
Untergrund	50	4		59			2	8	3		7	82		4	4				16					10	15
Untergrund	90	6	9	91		0,1	5	16	11	0,1	11	264		9	9		0,2		24					19	28
Gr	N	70	71	68	69	62	66	66	68	68	63	68	47	68	67	75	67	72	69	62	64	66	68		
Gr	50	2		46			2	6	3		4	46		3					13					8	9
Gr	90	4	14	73			3	10	6	0,1	8	86		7	5		0,2		19					14	16

Abb. III-7: Geschiebedecksand (p-s)



- **Geschiebedecksand:** geschiebeführender, unsortierter und ungeschichteter Sand, z. T. mit einer Steinsohle an der Basis; unter periglazialen Bedingungen polygenetisch gebildet.
- **Mächtigkeit:** < 10 dm.
- **Bodenart:** Sande der verschiedenen Fraktionen; z. T. schwach schluffig bzw. lehmig, geschiebeführend (Kiese und Steine).
- **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonatfrei.
- **Humusgehalt:** im Oberboden schwach humos.
- **Nutzung:** überwiegend Wald, verbreitet Acker, gering verbreitet Grünland.
- **Bemerkung:** überwiegend über Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel, verbreitet über glazifluviatilen Sanden, gering verbreitet über fluviatilen Sanden.
- **Fläche:** 291.200 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 14,2 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	CaCO3 %	pH KCl
Oberboden	Ap	Ss	1	89	8	4	1,4		4,7
	Ah	Ss	1	93	6	2	1,0		4,3
Unterboden	Aehe	Ss	1	90	7	2	2,2		3,6
	Ae	Ss	1	91	6	2	2,2		3,6
	Bshs	Ss	1	93	6	1	0,7	0,3	4,4
	Bv	Ss	1	91	6	2	0,4		5,7
Untergrund	C	Ss	1	95	3	2	0,3		4,5

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ap_Oberboden	N	17	26	26	26	28	27	29	31	28	23	26	11	26	25	27	25	26	25	26	26	25	30
Ap_Oberboden	50	3	7	64		0,1	3	12	6	0,1	6	309		4	16				21			16	30
Ap_Oberboden	90	4	11	91		0,3	5	17	11	0,1	8	530		7	21		0,3		30			22	40
Ah_Oberboden	N	33	31	27	31	35	28	28	37	36	26	28	29	32	36	32	30	25	27	31	32	28	36
Ah_Oberboden	50	5		44		0,1	2	9	5	0,1	6	91		5	32		0,3		11			12	23
Ah_Oberboden	90	8	9	58		0,1	3	11	11	0,2	7	213		7	49		0,7		15	0,1	0,6	14	36
Oberboden	N	59	57	56	57	61	55	65	69	63	50	58	40	58	68	59	55	51	56	49	50	54	66
Oberboden	50	3	7	52		0,1	3	10	6	0,1	6	215		5	22		0,2		15			13	26
Oberboden	90	8	10	85		0,2	4	16	11	0,1	8	419		7	45		0,5		26			21	39
Unterboden	N	148	148	138	149	155	144	165	159	165	141	152	137	167	169	157	149	148	135	131	134	141	169
Unterboden	50	2		53			3	9	3		6	129		4	5		0,1		11			11	19
Unterboden	90	5	10	70		0,1	4	13	5	0,1	8	371		7	15		0,3		16			16	29
Untergrund	N	11	10	10	10	11	10	11	12	11	10	10	10	11	12	10	8	10	8	9	9	10	12
Untergrund	50	1		45			2	7	2		3	72		3	3				11			7	9
Untergrund	90	4		53		0,1	3	9	5		5	96		3	4		0,1		12			11	13

Abb. III-8: Schmelzwassersand (fg-s)



- **Schmelzwassersand:** geschichtete Sande mit wechselnden Kiesanteilen; abgelagert durch pleistozäne Schmelzwässer.
- **Mächtigkeit:** bis zehner Meter.
- **Bodenart:** Sand, kiesig.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonatfrei bis carbonathaltig.
- **Humusgehalt:** als Folge bodenbildender Prozesse stellenweise sehr schwach humos.
- **Nutzung:** überwiegend Wald, verbreitet Acker.
- **Bemerkung:** fast ausschließlich im Unterboden und Untergrund unter periglaziären und/oder äolischen Decken aus Geschiebedecksand, Decklehm, Flugsand oder Lössen.
- **Fläche:** 299.800 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 14,6 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Unterboden	Go	Ss	1	96	3	1	0,2		5,8
Untergrund	C	Ss	1	96	3	1	0,2		4,7
	Gr	Ss	1	96	3	1	0,1		5,3

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Unterboden	N	15	14	12	16	12	16	15	16	15	15	15	13	16	16	16	15	16	15	12	12	16	13
Unterboden	50	3		44			2	7	4		5	56		4	4				11			10	9
Unterboden	90	8		57			4	11	6	0,1	6	121		7	9		0,3		14			17	12
Untergrund	N	86	78	81	79	86	71	86	94	92	73	79	72	90	91	84	76	82	80	70	65	77	90
Untergrund	50	2		40			2	5	3		3	73		3	2				11			7	10
Untergrund	90	7	12	59			3	8	6	0,1	4	107		6	6		0,1		14			9	17

Abb. III-9: Decklehm (p-l)

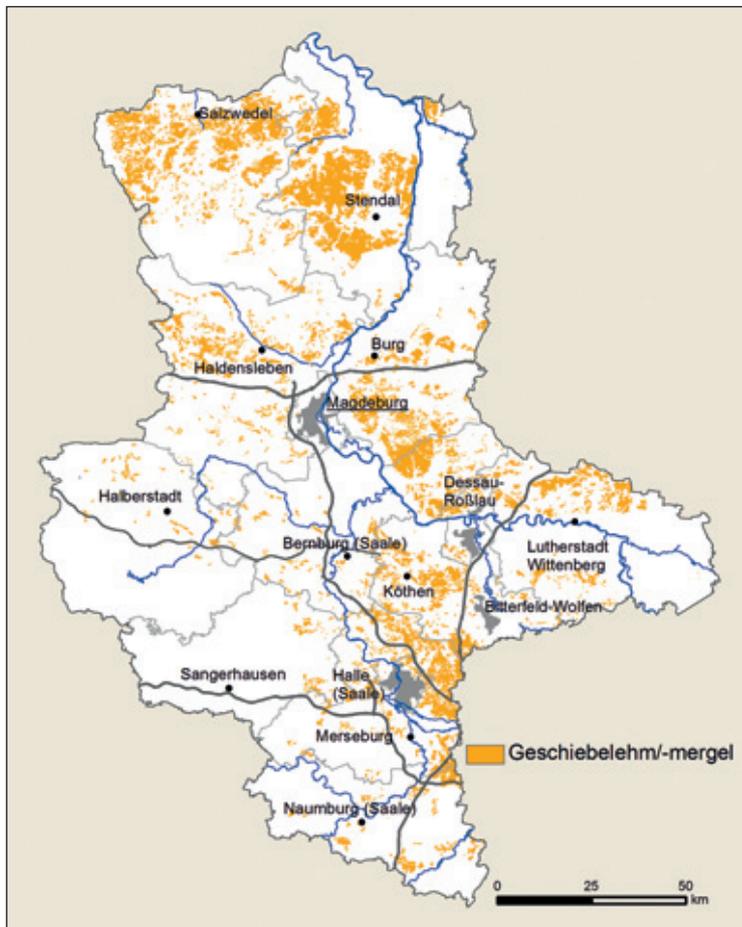


- **Decklehm:** geschiebeführender, unsortierter und ungeschichteter Lehm; unter periglazialen Bedingungen polygenetisch gebildet.
- **Mächtigkeit:** einige Dezimeter.
- **Bodenart:** Lehm, mitunter stärker sandig oder tonig.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonatfrei bis carbonatarm.
- **Humusgehalt:** im Oberboden schwach humos, zum Unterboden abnehmend, lokal tiefhumos.
- **Nutzung:** überwiegend Acker, gering verbreitet Grünland und Wald.
- **Fläche:** 24.500 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 1,2 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Ap	SI4	1	64	23	15	1,9	0,2	6,6
	Ah	Ls4	2	57	25	20	1,8	0,2	6,8
Unterboden	Ael	SI4	2	59	26	14	0,4	0,1	5,6
	Bv	SI4		64	22	15	1,3	0,1	6,4
	Bt	Ls4		58	22	18	0,2		5,2
	Sw	Ls4	2	55	27	18	0,6		6,5

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ap_Oberboden	N	14	14	14	16	15	16	13	14	12	14	16	8	15	15	16	16	16	15	16	16	14	12
Ap_Oberboden	50	6	16	118	1	0,2	6	29	13	0,1	16	420		16	21		0,2		46			33	45
Ap_Oberboden	90	7	26	143	2	0,6	8	33	19	0,1	25	545		23	34		0,5		78			45	52
Ah_Unterboden	N	16	17	18	13	17	18	14	18	15	16	18	10	17	17	18	17	18	18	18	18	18	14
Ah_Unterboden	50	5	20	120	1		6	30	12	0,1	19	398		15	27		0,2		44			33	44
Ah_Unterboden	90	7	27	157	1	0,6	9	38	20	0,2	26	630		28	33		0,4		89			57	48
Oberboden	N	14	15	14	17	17	17	14	16	13	15	16	9	16	16	17	17	17	16	17	17	15	13
Oberboden	50	6	16	118	1	0,2	6	28	12	0,1	16	397		15	21		0,2		44			32	45
Oberboden	90	7	26	143	1	0,7	8	33	19	0,1	25	540		23	34		0,5		77			45	52
Unterboden	N	26	23	26	27	26	26	21	27	23	26	27	13	26	25	27	23	26	27	26	26	27	24
Unterboden	50	5	20	119	1	0,1	7	31	12	0,1	20	465		16	25		0,2		41			38	44
Unterboden	90	8	24	158	1	0,6	10	38	20	0,2	27	656		25	32		0,4		86			56	55

Abb. III-10: Geschiebelehm/-mergel (g-(k)l, g-(k)el)



- **Geschiebelehm/-mergel:** durch Gletscher transportiertes und abgelagertes, meist ungeschichtetes, schlecht sortiertes, lehmiges bzw. mergeliges Moränenmaterial.
- **Mächtigkeit:** Dezimeter bis ca. 20 Meter, örtlich deutlich mehr.
- **Bodenart:** Lehm, mitunter stärker sandig oder tonig.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** Geschiebelehm carbonatfrei, Geschiebemergel carbonathaltig bis carbonatreich.
- **Humusgehalt:** als Folge bodenbildender Prozesse sehr schwach humos.
- **Nutzung:** überwiegend Acker, gering verbreitet Grünland und Wald.
- **Bemerkung:** Geschiebelehm kann im Laufe der Bodenbildung durch Entkalkung von Geschiebemergel entstehen. Häufig liegen wasserdurchlässigere Substrate über dichteren, wasserstauenden S-Horizonten des Geschiebemergels.
- **Fläche:** 234.300 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 11,4 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Unterboden	Bt	Ls4	4	58	23	20	0,5	0,2	6,2
	Sw	Sl4	4	60	25	16	0,8	0,2	6,7
Untergrund	C	Ls4	4	53	28	17	0,3	10,3	7,6
	Sd	Ls4	5	49	30	19	0,3	11,3	7,6

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Unterboden	N	42	41	43	43	41	42	48	44	42	42	39	26	45	46	39	38	40	37	38	40	43	46
Unterboden	50	6	21	100	1		7	32	12	0,1	17	269		15	6			27				40	37
Unterboden	90	8	35	151	1	0,1	11	47	19	0,1	26	373		26	25	0,2		37				58	55
Untergrund	N	17	14	18	15	25	18	27	26	27	15	16	15	27	26	16	18	17	13	14	14	18	26
Untergrund	50	7	24	107	1		7	31	11		17	258		15	4			64				40	33
Untergrund	90	11	33	127	1	0,1	9	42	16	0,1	26	397	1,0	23	11	0,4		72				49	42
Srd	N	62	58	55	63	54	57	58	59	60	59	57	42	55	60	49	56	60	58	63	63	59	58
Srd	50	5	24	120	1	0,1	8	39	11	0,1	20	262		19	12			34				48	39
Srd	90	11	39	154	2	0,3	11	55	19	0,1	32	386	1,4	26	22	0,2	2,4	71	0,4	1,3	70	55	

Abb. III-11: Flugsand (a-s)



- **Flugsand:** meist geschichtete, durch Windtransport entstandene, sehr gut sortierte, weichselkaltzeitliche oder holozäne Fein- bis Mittelsande.
- **Mächtigkeit:** Dezimeter bis einige Meter.
- **Bodenart:** ≥ 75 Masse-% Sand; gering verbreitet schwach schluffig.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** meist carbonatfrei.
- **Humusgehalt:** im Oberboden schwach humos, nach unten abnehmend.
- **Nutzung:** vorherrschend Wald.
- **Bemerkung:** Verbreitung in Form von Flugsanddecken und Dünen.
- **Fläche:** 15.400 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 0,75 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Ap	Ss	1	92	5	3	1,3		4,8
	Aehe	Ss		95	4	1	1,7		3,8
Unterboden	Ae	Ss		96	3	1	1,5		3,8
	Bs	Ss	2	96	2	2	0,8		4,6
	Bh	Ss	2	96	3	1	1,8		4,5
Untergrund	C	Ss	1	97	2	0	0,3		4,6

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ah_Oberboden	N	38	37	40	41	34	36	36	40	38	38	37	36	36	40	41	36	33	36	40	39	39	40
Ah_Oberboden	50	4		32			1	6	3		2	47		2	18		0,2		8			8	12
Ah_Oberboden	90	6	13	50		0,1	2	8	5	0,1	4	77		3	28		0,3		11	0,1	0,4	11	18
Oberboden	N	43	45	46	49	42	42	42	48	46	47	39	37	44	46	49	44	41	40	44	37	46	45
Oberboden	50	4		34			2	6	3		3	47		2	17		0,2		8			9	14
Oberboden	90	6	13	55		0,1	2	9	6	0,1	6	81		4	27		0,3		12	0,1		14	21
Unterboden	N	150	147	149	160	150	151	156	148	159	152	144	138	150	159	160	150	144	150	141	160	152	152
Unterboden	50	2		38			2	6	2		4	62		3	5		0,1		10			8	11
Unterboden	90	6	10	62		0,1	3	11	4	0,1	6	150		5	11		0,2		15	0,1	0,6	14	19
Untergrund	N	31	28	35	37	37	32	35	38	38	36	33	35	32	38	37	31	37	35	37	37	33	35
Untergrund	50	1		38			2	4	1		3	44		2	1			8				5	9
Untergrund	90	2		58			3	6	3	0,1	4	70		3	5		0,1		15			7	13

Abb. III-12: Lösssand (p-us)



- **Lösssand:** eiszeitliches, durch Windablagerung entstandenes, sortiertes Sediment aus Schluff und Sand.
- **Mächtigkeit:** einige Dezimeter.
- **Bodenart:** Schluffe, 50 bis 75 Masse-% Sand.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonatfrei bis carbonatarm.
- **Humusgehalt:** im Oberboden humos bis schwach humos, im Unterboden und Untergrund sehr schwach humos.
- **Nutzung:** vorherrschend Wald.
- **Bemerkung:** Lösssand tritt im Wesentlichen im Ober- und Unterboden auf und kommt im Untergrund nur untergeordnet vor.
- **Fläche:** 10.500 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 0,51 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Ap	Su3	1	59	35	5	1,6	0,2	6,5
	Ah	Su4	1	45	49	6	5,9		7,2
Unterboden	Bv	Su3	1	59	35	6	0,7		7,2
Untergrund	C	Su3	1	59	35	6	0,6		6,6

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ap_Oberboden	N	14	16	14	16	14	15	15	16	13	15	15	9	16	13	16	12	16	16	15	15	13	14
Ap_Oberboden	50	3	7	62			4	15	7	0,1	6	394		5	18		0,2		27			20	32
Ap_Oberboden	90	4	12	106		0,1	5	20	12	0,1	10	535		8	27		0,3		37			23	39
Ah_Oberboden	N	18	15	18	19	18	17	18	17	18	17	15	16	17	15	17	19	15	17	16	17	17	16
Ah_Oberboden	50	5	11	45		0,1	3	11	5	0,1	6	82		4	26		0,3		14			16	20
Ah_Oberboden	90	8	15	105		0,3	4	21	12	0,1	9	147		6	39		0,7		31			24	29
Ah_Unterboden	N	13	14	14	13	13	15	15	14	12	15	14	12	15	14	13	15	13	13	12	12	14	14
Ah_Unterboden	50	2	7	77			4	16	7	0,1	9	392		6	23		0,2		19			22	25
Ah_Unterboden	90	4	11	105		0,1	5	22	13	0,1	12	593		9	29		0,4		31			25	33
Oberboden	N	31	35	33	34	31	32	34	33	33	33	32	25	35	28	33	30	30	33	31	32	31	31
Oberboden	50	4	9	55		0,1	3	13	6	0,1	6	170		5	21		0,2		21			17	25
Oberboden	90	7	16	109		0,2	5	21	12	0,1	10	549		8	31		0,4		36			24	39
Unterboden	N	46	50	49	50	46	45	46	45	47	48	50	40	32	46	49	53	48	49	52	51	50	50
Unterboden	50	2	7	68			3	12	3	0,1	6	265		5	9		0,2		17			15	17
Unterboden	90	4	11	89		0,1	5	18	7	0,1	11	551		6	16		0,3		26	0,1	0,9	24	29

Abb. III-13: Sandlöss (p-sl)



- **Sandlöss:** eiszeitliches, im Vorfeld der Vereisungsgebiete während des periglazialen Trockenklimas durch Windablagerung entstandenes, sortiertes Sediment aus Schluff und Sand.
- **Mächtigkeit:** Dezimeter bis Meter.
- **Bodenart:** Sandschluffe bis Sandlehme. 20 bis 50 Masse-% Sand.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonatfrei bis carbonathaltig.
- **Humusgehalt:** oft tiefhumos.
- **Nutzung:** überwiegend Acker, verbreitet Wald.
- **Fläche:** 71.200 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 3,5 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Ap	Slu	2	46	44	12	1,6		6,9
	Ah	Sl4	1	53	32	15	1,7	0,4	6,8
Unterboden	Ael	Slu		45	45	10	0,4		
	Bv	Slu	2	43	46	11			
	Bt	Sl4		49	35	16			6,5
	Sw	Sl4		47	40	14			6,7
Untergrund	C	Slu		41	43	16	0,2		7,9

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn	
Ap_Oberboden	N	11	13	13	15	16	13	15	14	14	14	11	10	15	15	15	10	15	14	15	12	12	12	
Ap_Oberboden	50	9	25	170	1	0,2	8	36	16	0,1	23	486		19	28		0,3		50				46	62
Ap_Oberboden	90	11	30	219	1	0,3	9	44	19	0,2	36	546		21	42		0,4	2,4	64	0,4			50	67
Ah_Unterboden	N	6	9	8	9	11	7	11	13	10	10	9	8	10	12	9	9	8	6	7	7	9	12	
Ah_Unterboden	50	6,9	19	132	1	0,1	7	33	12	0,1	24	488		17	15		0,3		46				39	42
Ah_Unterboden	90	7,8	34	173	1	0,2	9	39	17	0,1	33	596		18	24		0,3		53				43	52
Oberboden	N	15	12	13	15	18	12	21	19	19	14	11	10	20	19	14	14	15	13	15	12	12	16	
Oberboden	50	8	23	170	1	0,2	8	33	15	0,1	23	486		15	28		0,3		55				46	63
Oberboden	90	11	30	205	1	0,3	9	42	19	0,2	40	546		20	42		0,4	2,6	69	0,4			50	80
Unterboden	N	16	20	20	20	26	20	28	28	25	19	16	10	28	25	19	20	17	18	16	17	20	26	
Unterboden	50	6	15	123	1	0,1	7	32	8	0,1	16	491		15	11		0,2		36				36	39
Unterboden	90	8	36	206	1	0,3	11	42	16	0,1	33	599	0,8	20	23		0,3		50				49	51
Untergrund	N	9	6	9	8	7	9	9	6	8	7	9	6	8	9	9	7	9	9	9	9	9	8	
Untergrund	50	8	14	131	1	0,1	7	31	9		21	380		17	15				59	0,2	1,2	37	30	
Untergrund	90	10	17	188	1	0,1	8	35	11		22	460		19	19		0,1	2	97	0,3	1,6	42	37	

Abb. III-14: Lösslehm bzw. Löss (p-u)



- **Lösslehm bzw. Löss:** eiszeitlicher, durch Windablagerung im periglazialen Trockenklima gebildeter, sortierter Schluff.
- **Mächtigkeit:** Dezimeter bis Meter.
- **Bodenart:** Schluff; geringe, wechselnde Ton- und Feinsandanteile; < 20 Masse-% Sand.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** primär carbonathaltig.
- **Humusgehalt:** meist tiefhumos.
- **Nutzung:** aufgrund des sehr hohen ackerbaulichen Ertragspotentials fast ausschließlich Acker.
- **Bemerkungen:** im Zuge der Bodenentwicklung entstand durch Entkalkung im Ober- und Unterboden Lösslehm. Den CaCO₃-haltigen Untergrund bildet nicht verwitterter Löss.
Die tiefhumose Bodenbildung (Schwarzerden) erfordert eine differenzierte Ausweisung von Werten für Humushorizonte im Ober- und Unterboden.
- **Fläche:** 472.506 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 23 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Ap	Ut4	1	7	74	18	2,1	0,2	7,0
Unterboden	Ah	Ut4	1	6	72	21	2,0	0,3	6,9
	Ael	Ut3	1	8	73	14	0,6	0,3	6,6
	Bt	Tu4	2	5	69	25	0,5	0,3	6,6
	Bv	Ut4	2	5	79	17	0,5	0,3	7,1
	Sw	Ut3	1	11	71	16	0,5	0,2	6,4
Untergrund	C	Ut3	1	4	81	15	1,0	13,9	7,6
	Sd	Lu	1	11	63	27	0,3		5,6

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ap_Oberboden	N	77	74	69	75	83	79	78	73	85	74	74	68	78	78	78	71	80	74	82	81	73	76
Ap_Oberboden	50	10	21	168	1	0,2	9	39	16	0,1	22	618		18	33		0,2		58			45	58
Ap_Oberboden	90	14	27	191	2	0,6	11	44	25	0,2	27	749	1,0	22	42		0,5	2,3	67	0,4	1,7	50	72
Ah_Unterboden	N	117	108	113	103	112	119	116	106	117	108	107	105	120	112	107	112	114	114	121	118	112	114
Ah_Unterboden	50	8	23	159	1		9	38	14	0,1	24	601		19	28		0,2		53			45	48
Ah_Unterboden	90	13	29	186	2	0,3	11	45	20	0,2	27	719	1,1	25	40		0,7	2,0	69	0,4	1,5	52	63
Oberboden	N	97	99	97	84	107	94	97	98	105	98	87	89	97	102	83	93	97	95	103	107	95	95
Oberboden	50	10	20	161	1	0,2	9	38	16	0,1	22	628		18	36		0,3		56			44	58
Oberboden	90	15	27	196	2	0,6	11	44	29	0,2	27	751	1,4	22	67		0,7	3,1	67	0,5	1,8	51	72
Unterboden	N	236	218	234	229	234	226	240	230	233	224	223	216	251	245	195	233	249	231	247	245	225	238
Unterboden	50	9	22	153	1	0,1	9	40	14	0,1	24	542		20	22		0,2		46			47	48
Unterboden	90	13	30	186	2	0,2	11	48	20	0,1	31	686	1,1	28	36		0,6	2,8	63	0,4	1,6	57	64
Untergrund	N	77	72	77	62	84	79	86	75	81	78	79	57	85	74	78	80	73	75	63	65	75	85
Untergrund	50	8	17	109	1	0,1	7	29	9		17	378		15	12			93			36	30	
Untergrund	90	12	23	143	1	0,1	8	37	14	0,1	25	445		18	18		0,6		112			41	37

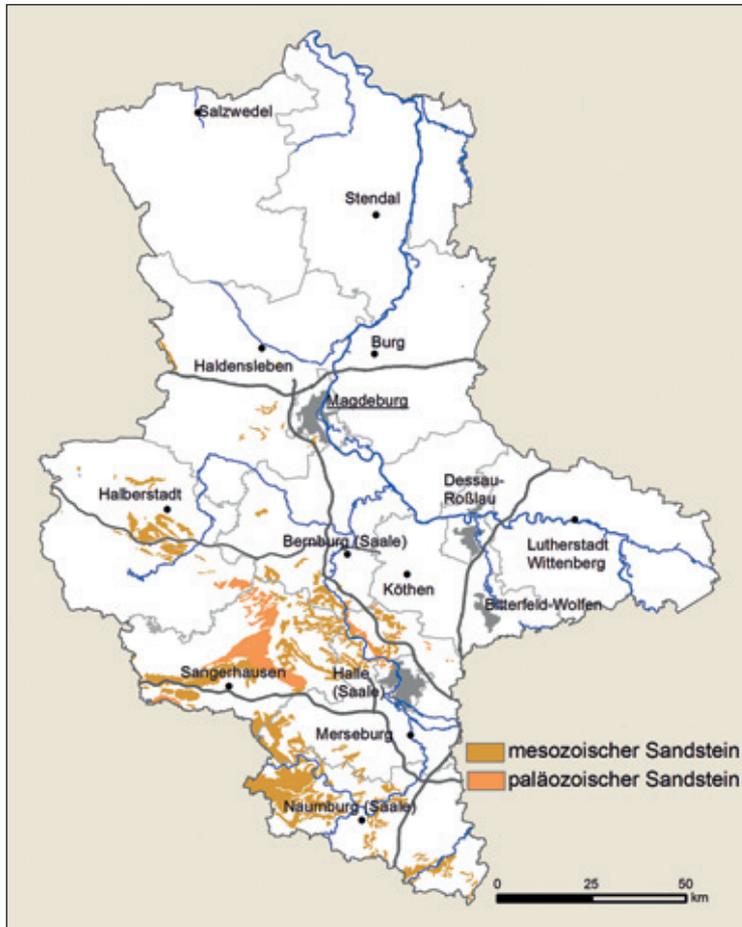
Abb. III-15: Umgelagerter Löss (u-u)



- **Umgelagerter Löss:** bis in die Gegenwart (Holozän) durch abfließendes Niederschlagswasser flächenhaft von Hängen abgespültes, in Senken und am Hangfuß sedimentiertes, oft geschichtetes Lössmaterial (Kolluvien und Abschwemm-massen).
- **Bodenart:** Schluff mit wechselnden Ton- und Sandanteilen.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonathaltig bis carbonatfrei
- **Humusgehalt:** tiefhumos.
- **Nutzung:** vorherrschend Acker, in Abhängigkeit der Wasserverhältnisse Grünland.
- **Bemerkungen:** Die Hintergrundwerte beziehen sich im Wesentlichen auf holozän umgelagerte Löss.
- **Fläche:** 53.200 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 2,6 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden	Ap	Ut4	1	8	69	23	2,8	4,6	7,4
	Ah	Ut4	1	5	70	23	2,3	4,4	7,4
Unterboden	M	Ut4		6	74	18	4,4	4,9	7,6
	Go	Ut3		9	74	14	1,5	12,1	7,8
Untergrund	C	Ut3	1	3	78	15	0,6	12,4	7,7
	Gr	Ut4		13	71	18	3,1	14,7	7,4

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ap_Oberboden	N	21	20	19	16	22	19	18	21	20	17	18	14	17	19	17	19	18	19	18	17	19	19
Ap_Oberboden	50	11	22	176	1	0,3	9	39	19	0,1	24	642		19	39		0,3		60			48	63
Ap_Oberboden	90	23	33	209	1	0,6	11	42	57	0,2	29	741	0,8	21	58		0,6	0,5	97	0,1		53	81
Ah_Unterboden	N	22	25	24	22	26	25	26	21	24	23	23	22	25	25	26	25	24	23	26	22	26	21
Ah_Unterboden	50	10	27	164	1	0,2	9	38	20	0,1	24	653		19	31		0,5		62			46	58
Ah_Unterboden	90	13	43	208	1	0,8	11	43	29	0,2	32	764	1,0	24	47	2	1,1	2,6	150	0,4	1,5	52	66
Oberboden	N	29	25	26	20	27	27	25	26	25	26	21	22	25	27	27	27	25	25	27	29	25	27
Oberboden	50	13	21	169	1	0,3	9	39	19	0,1	22	641		19	39		0,3		55			47	64
Oberboden	90	24	31	210	1	0,7	11	41	54	0,2	29	750	1,7	21	86	1,8	0,8	2,8	91	0,4	1,7	54	170
Unterboden	N	33	36	33	28	37	35	41	38	37	35	34	28	39	40	37	35	33	33	37	33	33	37
Unterboden	50	10	22	173	1	0,1	9	38	17	0,1	24	657		20	25		0,3		53			46	53
Unterboden	90	14	41	225	1	0,3	11	49	29	0,1	36	783	1,0	28	45	1,8	0,9	2,1	117	0,4	1,5	52	66

Abb. III-16: Sandsteine (\wedge s) als Ausgangsgestein der Bodenbildung

- **Sandstein:** Sedimentgestein mit einem Anteil von mindestens 50 % Sandkörnern.
- **Bodenprofil:** Sandsteine sind in den *periglaziären Lagen* die dominierenden Komponenten. Ober- und Unterböden enthalten äolisches Material als Fremdkomponente. In der *Basislage* finden sich Fließerden, Schutte bzw. Festgesteinszersatz als Ausgangsmaterial der Bodenbildung über anstehenden Sandsteinen.
- **Bodenart:** im verwitterten Bereich primär Sand, in der Decke lehmig, bzw. schluffig.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** überwiegend carbonatfrei.
- **Humusgehalt:** im Oberboden humos, zum Unterboden abnehmend.
- **Nutzung:** überwiegend Wald, verbreitet Acker und Grünland.
- **Bemerkungen:** Die vorgestellten Werte beziehen sich auf Substrate aus quarzreichen Sandsteinen des Mesozoikums. Teilweise treten diese räumlich vergesellschaftet mit Ton- und Schluffsteinen auf.
- **Fläche:** 20.400 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 0,99 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		SI3	2	58	33	8	2,7		4,7
Unterboden		SI3	2	66	24	9	0,5		3,8
Untergrund		SI3	6	72	18	8	0,2		7,7

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ap_Oberboden	N	10	9	9	8	10	10	11	10	11	10	10	8	11	8		9	10				10	10
Ap_Oberboden	50	8	21	160	1	0,2	7	34	15	0,1	20	426		16	24		0,4	59				39	43
Ap_Oberboden	90	11	33	189	1	0,3	11	41	21	0,1	25	982	0,8	19	27		0,6	71				48	51
Ah_Oberboden	N	16	17	17	13	20	18	20	18	21	16	18		20	18		16	17				19	20
Ah_Oberboden	50	6	14	95		0,2	3	14	6	0,1	6	156		5	35		0,5	34				19	30
Ah_Oberboden	90	12	24	133		0,8	7	25	19	0,3	12	735		12	61		1,0	46				33	94
Oberboden	N	26	25	26	27	26	28	32	28	30	27	28	25	31	29		25	27				29	28
Oberboden	50	7	16	104		0,2	4	18	10	0,1	8	411		6	25		0,4	35				23	33
Oberboden	90	11	25	168	1	0,3	9	37	21	0,2	24	865	0,8	18	60		0,9	68				41	64
Unterboden	N	34	28	30	30	34	31	38	36	35	27	32		33	39		31	32				31	37
Unterboden	50	4	14	100		0,0	3	13	5	0,0	7	161		5	7		0,2	30				17	20
Unterboden	90	8	21	152	1	0,1	6	39	14	0,1	12	469		10	20		0,4	46				31	39
Untergrund	N	28	28	24	28	30	25	29	31	29	25	27		29	28		28	28				27	28
Untergrund	50	5	21	79	1	0,0	2	17	9	0,0	10	85		7	4		0,1	33				22	17
Untergrund	90	9	58	141	2	0,1	5	32	26	0,0	21	444		16	11		0,5	73				46	26

Abb. III-17: Ton- (^t) und Schluffsteine (^u) als Ausgangsgestein der Bodenbildung



- **Ton- und Schluffsteine:** siliziklastische Sedimentgesteine mit vorherrschenden Korngrößen < 63 µm.
- **Bodenprofil:** Ton- und Schluffsteine sind in den *periglaziären Lagen* die dominierenden Komponenten. Ober- und Unterböden enthalten äolisches Material als Fremdkomponente. In der *Basislage* finden sich Fließerden, Schutte bzw. Festgesteinszersatz als Ausgangsmaterial der Bodenbildung über anstehenden Ton- und Schluffsteinen.
- **Bodenart:** Lehme, in der Decke schluffig.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonathaltig bis carbonatfrei.
- **Humusgehalt:** im Oberboden stark humos, zum Unterboden abnehmend.
- **Nutzung:** vorherrschend Wald, verbreitet Acker, in Abhängigkeit der Wasser- verhältnisse Grünland.
- **Bemerkungen:** Die vorgestellten Werte beziehen sich auf Substrate aus Ton- und Schluffsteinen des Mesozoikums, die mitunter räumlich vergesellschaftet mit Sandsteinen auftreten.
- **Fläche:** 104.957 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 5,11 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Lu	3	14	54	28	3,6		7,0
Unterboden		Ls2	5	22	48	25	0,7		6,8
Untergrund		Lt2	8	18	47	26	0,4	3,0	7,3

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Ap_Oberboden	N	17	11	12	12	17	15	22	17	22	11	15	8	19	17	12	11	11	15	17	17	17	17
Ap_Oberboden	50	15	56	311	1	0,3	13	56	21	0,1	45	690	1,3	35	27	0,1	58	66	70	70	70	70	70
Ap_Oberboden	90	20	75	446	2	0,4	15	75	32	0,2	48	1349	1,7	43	42	0,4	79	75	82	82	82	82	82
Ah_Oberboden	N	10	11	10	8	10	11	9	10	11	11	11	10	12	11	9	11	10	11	11	11	11	11
Ah_Oberboden	50	12	27	215	1	0,1	12	53	21	0,1	34	636	1,4	23	77	2,3	1,0	3,8	44	56	66	66	66
Ah_Oberboden	90	26	22	23	16	31	25	33	28	33	20	26	17	34	32	20	21	21	27	27	27	27	27
Oberboden	N	26	22	23	16	31	25	33	28	33	20	26	17	34	32	20	21	21	27	27	27	27	27
Oberboden	50	13	31	270	1	0,3	13	54	22	0,1	41	666	1,3	33	34	0,2	48	57	68	68	68	68	68
Oberboden	90	20	71	442	2	1,1	15	70	79	0,3	49	1244	1,8	42	283	1,0	63	72	90	90	90	90	90
Unterboden	N	34	31	34	35	38	37	40	36	36	32	34	27	38	40	29	37	39	39	39	39	39	39
Unterboden	50	10	49	241	2	0,0	13	54	14	0,0	40	396	0,9	28	14	0,0	52	64	52	52	52	52	52
Unterboden	90	15	117	411	3	0,2	17	84	24	0,1	74	610	2,4	48	28	0,2	62	89	78	78	78	78	78
Untergrund	N	44	39	38	39	48	48	54	51	51	40	46	36	54	51	38	37	47	50	50	50	50	50
Untergrund	50	13	62	217	2	0,0	13	52	14	0,0	44	495	0,8	33	8	0,0	59	63	56	56	56	56	56
Untergrund	90	23	123	370	3	0,1	16	78	38	0,1	69	944	1,5	46	15	0,5	93	83	72	72	72	72	72

Abb. III-18: Carbonatische Sedimentgesteine (\wedge car) als Ausgangsgestein der Bodenbildung

- **Carbonatische Sedimentgesteine:** Zusammenfassung diagenetisch verfestigter Kalke (> 85% Calcit, biogenes Sediment) und Mergel (10–50% Calcit).
 - **Bodenprofil:** Carbonatische Sedimentgesteine sind in den *periglaziären Lagen* die dominierenden Komponenten. Ober- und Unterböden enthalten äolisches Material als Fremdkomponente. In der *Basislage* finden sich Produkte chemischer und physikalischer Verwitterung als Ausgangsmaterial der Bodenbildung.
 - **Bodenart:** im verwitterten Bereich Ton-schluffe.
 - **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonathaltig bis extrem carbonatreich.
 - **Humusgehalt:** im Oberboden humos, zum Unterboden abnehmend.
 - **Nutzung:** überwiegend landwirtschaftlich, gering verbreitet Wald.
 - **Bemerkungen:** Die vorgestellten Werte beziehen sich auf Substrate aus carbonatischen Sedimentgesteinen des Mesozoikums.
- **Fläche:** 37.900 ha.
 • **Anteil Landesfläche:** 1,8 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Ut4	k. A.	8	72	22	3,0	12,7	7,4
Unterboden		Lu	k. A.	12	63	23	1,8	17,3	7,4
Untergrund		Lu	k. A.	12	63	23	0,7	54,4	7,6

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	10	10	9	11	10	12	13	12	9	11	11	9	12	10	11	13	11	12	13	12	12	11
Oberboden	50	13	37	127	2	0,3	9	44	24	0,1	33	606		25	28		0,5		95			50	61
Oberboden	90	16	43	139	2	0,5	12	61	32	0,1	38	702	1,8	34	41	1,5	0,8	1,6	160	0,7	1,2	59	91
Unterboden	N	14	16	16	13	14	16	15	13	13	16	13	14	16	13	14	13	16	13	16	15	16	12
Unterboden	50	10	34	119	1	0,3	8	36	22	0,1	32	498	0,9	19	27		0,1		99	0,3	1	45	51
Unterboden	90	13	43	209	2	0,7	11	57	26	0,1	49	651	2,8	36	34	1,7	0,3	2,2	135	0,5	2,1	59	64
Untergrund	N	47	50	45	51	41	50	49	48	49	46	49	36	48	48	43	50	48	42	50	49	48	49
Untergrund	50	8	37	86	1		6	29	13		31	317		16	9		0,1		111			34	27
Untergrund	90	16	81	168	2	0,1	11	53	24	0,1	63	557	1,0	31	19		0,4	1,3	180	0,4	3,2	63	57

Abb. III-19: Tonschiefer (A_{tsf}) als Ausgangsgestein der Bodenbildung



- **Tonschiefer:** schwach metamorphe feinklastische Gesteine mit engständiger Schieferung im Millimeterbereich.
- **Bodenprofil:** Tonschiefer sind in den *periglaziären Lagen* die dominierenden Komponenten. Ober- und Unterböden enthalten äolisches Material als Fremdkomponente.
In der *Basislage* finden sich Fließerden sowie Schutte als Ausgangsmaterial der Bodenbildung über anstehenden Tonschiefern.
- **Bodenart:** im verwitterten Bereich überwiegend Lehme, gering verbreitet Tone und Schluffe.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** carbonatfrei.
- **Humusgehalt:** Höhenlagenabhängig, im Oberboden sehr stark humos, zum Unterboden abnehmend.
- **Nutzung:** vorherrschend Wald.
- **Fläche:** 17.800 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 0,87 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Lu	16	16	54	26	9,0		3,5
Unterboden		Lt2	20	27	47	27	1,9		3,8
Untergrund		Ls3	60	38	38	21	0,5		3,9

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	18	17	17	17	18	17	17	15	18	15	14	17	19	19	16	17	15	17	16	17	16	18
Oberboden	50	18	43	285	2	0,2	17	74	26	0,1	46	1287	2,1	47	89	3,4	1,2	3,5	28	0,8		95	121
Oberboden	90	34	66	411	3	0,6	22	88	31	0,2	60	2574	3,6	84	271	4,2	1,8	4,7	44	1,0		110	181
Unterboden	N	43	40	39	39	41	39	43	40	41	38	39	37	44	41	38	42	33	40	42	43	39	44
Unterboden	50	18	43	360	2	0,2	20	84	31	0,1	55	1284	2,2	49	32	3,5	0,9	3,1	33	0,7		97	136
Unterboden	90	33	72	498	3	0,4	25	111	48	0,2	72	2435	4,2	78	77	4,3	1,5	3,9	52	1,0		131	199
Untergrund	N	59	59	57	56	54	58	64	62	60	57	54	50	65	60	50	60	55	53	56	55	56	61
Untergrund	50	17	57	361	2	0,1	23	87	44	0,1	53	737	2,0	58	22	4,0	0,6	2,8	30	0,7		104	105
Untergrund	90	37	85	533	3	0,2	32	118	81	0,3	81	1418	4,2	87	48	5,6	2,2	4,1	54	1,0		147	139

Abb. III-20: Grauwacken (\wedge g) als Ausgangsgestein der Bodenbildung

- **Grauwacke:** dunkelgrauer Sandstein mit Gesteinsbruchstücken, oft schwach metamorph überprägt.
- **Bodenprofil:** Grauwacken sind in den *periglaziären Lagen* die dominierenden Komponenten. Ober- und Unterböden enthalten äolisches Material als Fremdkomponente. In der *Basislage* finden sich überwiegend Schutte und seltener Fließerden als Ausgangsmaterial der Bodenbildung über anstehenden Grauwacken.
- **Bodenart:** Tonschluffe in Ober- und Unterboden, im verwitterten Bereich Lehme.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** vorherrschend carbonatfrei.
- **Humusgehalt:** im Oberboden stark bis sehr stark humos, zum Unterboden abnehmend.
- **Nutzung:** fast ausschließlich Wald.
- **Fläche:** 14.200 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 0,69 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Ut4	8	11	65	21	10,2		3,6
Unterboden		Lu	12	14	64	19	1,7		3,8
Untergrund		LS2	61	39	41	20	0,5		4,0

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	14	15	13	15	15	16	16	14	15	15	15	14	16	16	14	15	14	14	15	13	16	16
Oberboden	50	21	24	205	1	0,3	9	56	20	0,2	33	837	1,6	29	195	3,2	1,1	4	30	0,7		63	119
Oberboden	90	30	45	262	2	0,8	19	71	30	0,3	59	2529	2,2	39	242	3,7	1,8	7,4	42	0,9	0,9	79	196
Unterboden	N	28	29	33	32	36	34	37	34	35	32	32	31	38	37	31	33	28	34	34	28	33	38
Unterboden	50	9	20	256	1	0,2	15	58	16	0,1	36	966	1,3	34	21	2,6	0,4	2,4	28	0,4		73	96
Unterboden	90	14	29	337	2	0,4	27	77	40	0,1	54	1685	2,2	54	61	3,4	1,3	3,2	39	0,8		94	152
Untergrund	N	15	15	15	15	12	16	14	17	17	14	16	12	15	14	12	16	14	15	16	16	13	17
Untergrund	50	17	38	330	2	0,2	27	83	28	0,1	51	1449	1,7	49	19	3,5	0,2	3,1	26	0,5		94	92
Untergrund	90	24	73	506	3	0,3	39	98	128	0,2	57	3072	2,3	71	38	4,0	1,4	4,1	37	0,9	1,7	110	137

Abb. III-21: Granite (+G) als Ausgangsgestein der Bodenbildung



- **Granit:** magmatisches Tiefengestein mit sandig-grusiger Verwitterung.
- **Bodenprofil:** Granite sind in den *periglaziären Lagen* die dominierenden Komponenten. Ober- und Unterböden enthalten äolisches Material als Fremdkomponente.
In der *Basislage* finden sich Fließerden sowie Schutte bzw. Festgesteinszersatz als Ausgangsmaterial der Bodenbildung über anstehendem Granit.
- **Bodenart:** in Ober- und Unterboden Lehmschluffe und Sandlehme, im verwitterten Bereich Lehmsande.
- **Bodenreaktion/Carbonat:** basenarm, saure Bodenreaktion, carbonatfrei.
- **Humusgehalt:** bis in den Unterboden humos, im Oberboden stark bis sehr stark humos.
- **Nutzung:** aufgrund der klimatischen Situation und der Nährstoffversorgung fast ausschließlich Wald.
- **Bemerkungen:** Vorkommen im Harz (Brockengranit und Rammberggranit).
- **Fläche:** 8.900 ha.
- **Anteil Landesfläche:** 0,43 %.

Horizontgruppe	Horizont	Bodenart	Skelett %	Sand %	Schluff %	Ton %	Humus %	Kalk %	pH KCl
Oberboden		Uls	10	32	53	14	9,3		3,2
Unterboden		Slu	20	35	49	16	2,6		4,1
Untergrund		Sl3	30	58	35	11	0,3		4,1

Horizontgruppe	Zahl	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	U	V	Zn
Oberboden	N	8	9	9	6	10	10	11	11	10	9	10	9	10	11	10	9	7	10	8	9	9	11
Oberboden	50	13	16	68	1	0,1	4	24	13	0,1	18	249	1,1	4	194	2,0	0,7	4,1	17	0,4		27	61
Oberboden	90	19	24	81	1	0,2	7	35	27	0,2	25	901	1,7	13	312	3,8	1,3	4,7	22	0,6		37	77
Unterboden	N	19	18	17	16	22	19	18	21	20	15	16	19	21	20	15	19	18	18	15	16	15	23
Unterboden	50	11	15	87	1	0,1	8	26	10	0,1	28	376	1,3	11	29	1,6	1,1	3,9	17	0,4		34	72
Unterboden	90	23	20	119	2	0,2	11	31	18	0,1	33	681	3,5	21	69	2,2	1,6	5,3	24	0,6		36	108
Untergrund	N	8	9	7	8	7	9	8	5	8	9	8	7	7	8	9	6	9	8	9	7	7	9
Untergrund	50	13	16	70	2	0,1	7	26	15	0,1	19	484	1,1	13	14	1,5	0,9	4,1	11	0,4		20	47
Untergrund	90	23	35	88	3	0,1	9	45	16	0,1	29	634	2,2	18	21	1,9	1,0	7,6	24	0,8		32	69

IV. Kartenbeispiele

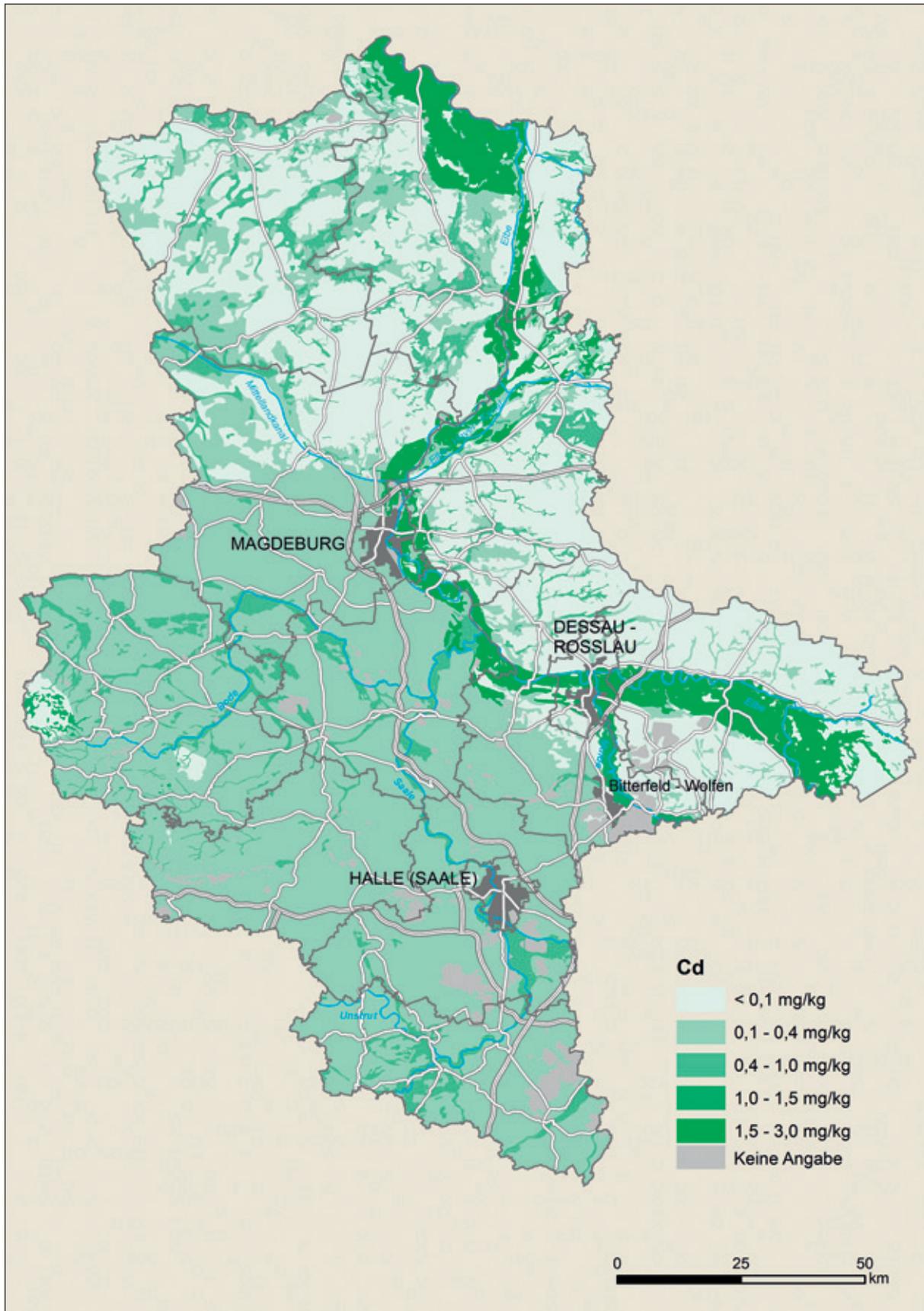


Abb. IV-1a: Cd-Gehalte in Oberböden (50. Perzentil)

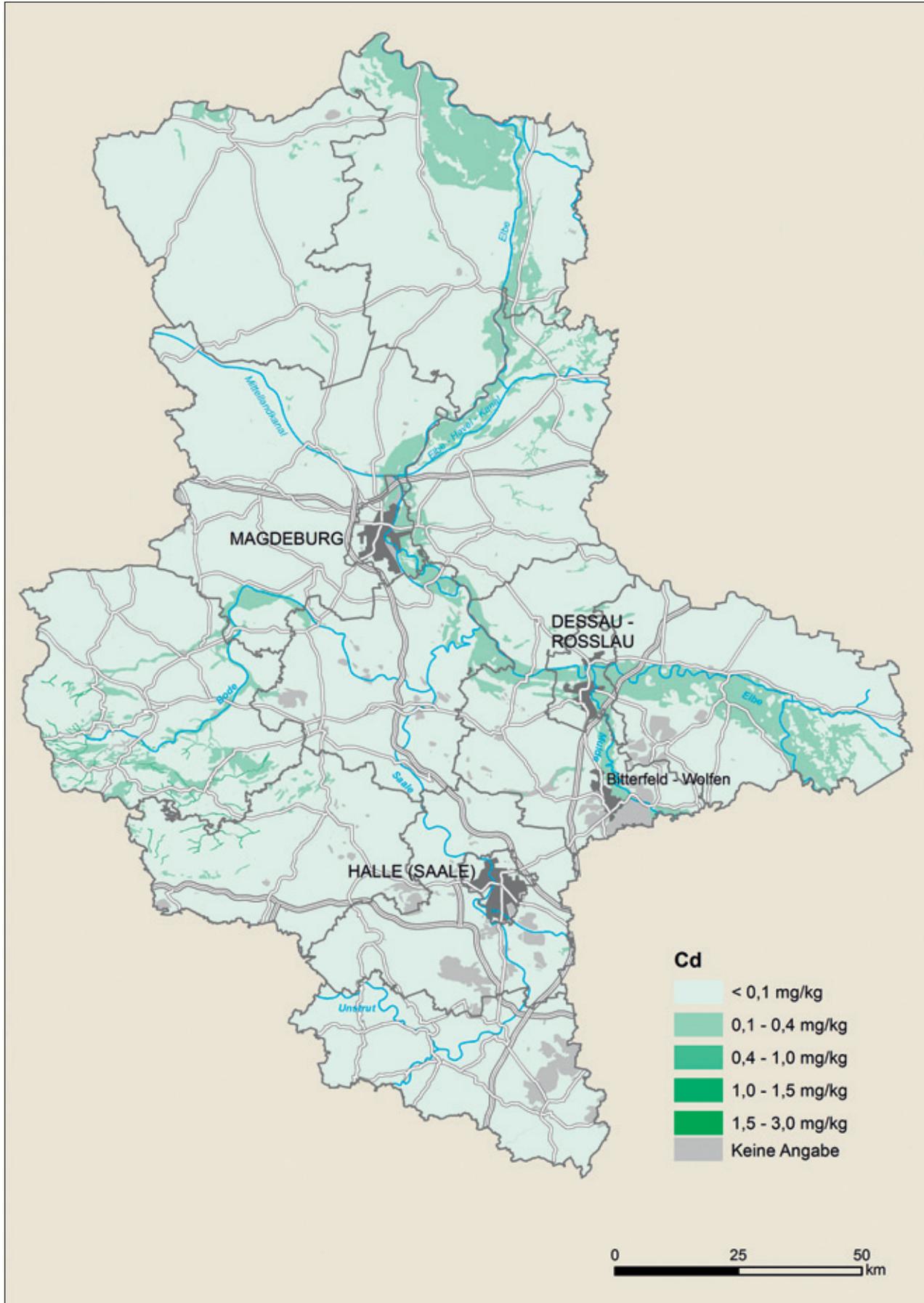


Abb. IV-1b: Cd-Gehalte im Untergrund (50. Perzentil)

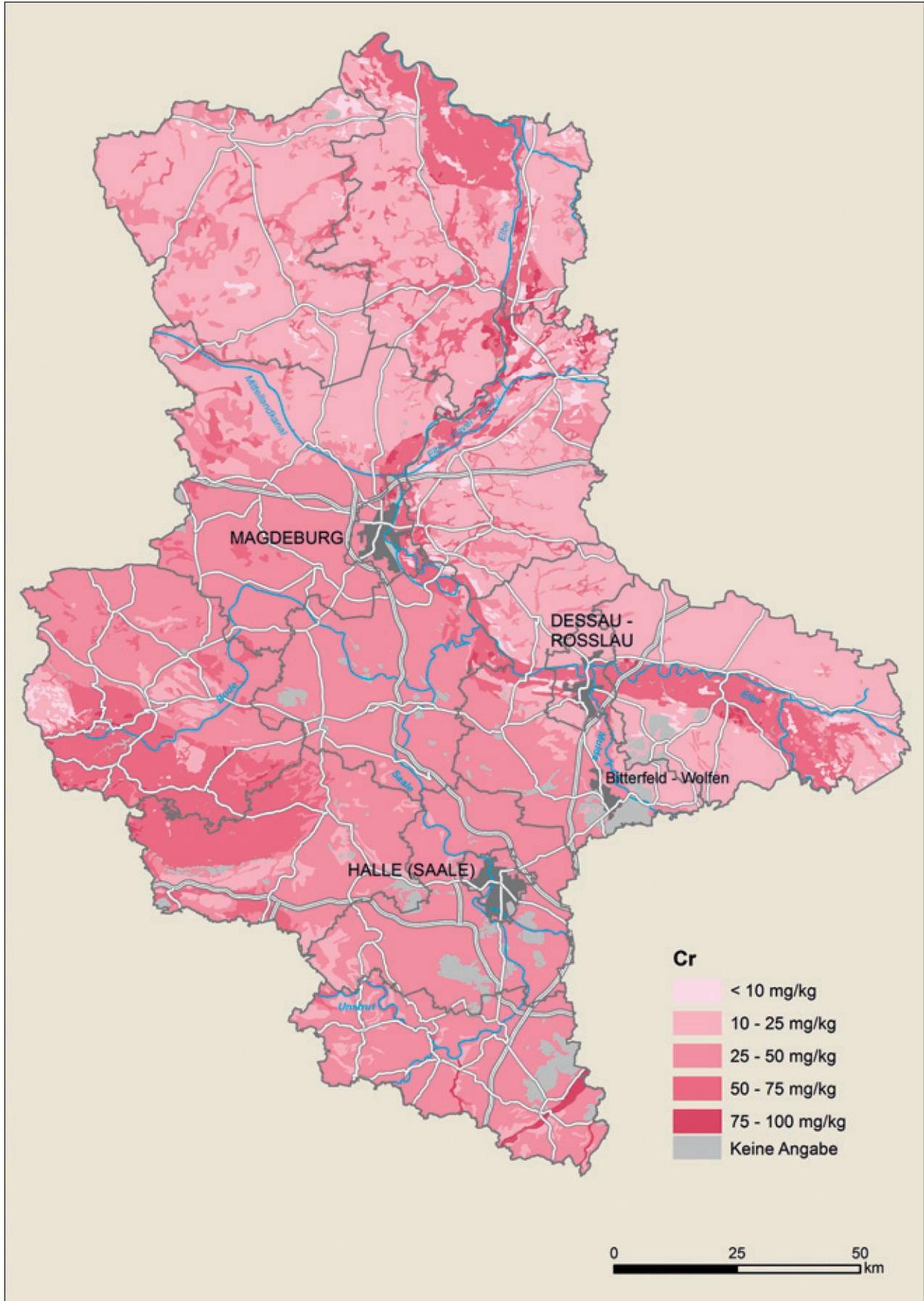


Abb. IV-2a: Cr-Gehalte in Oberböden (50. Perzentil)

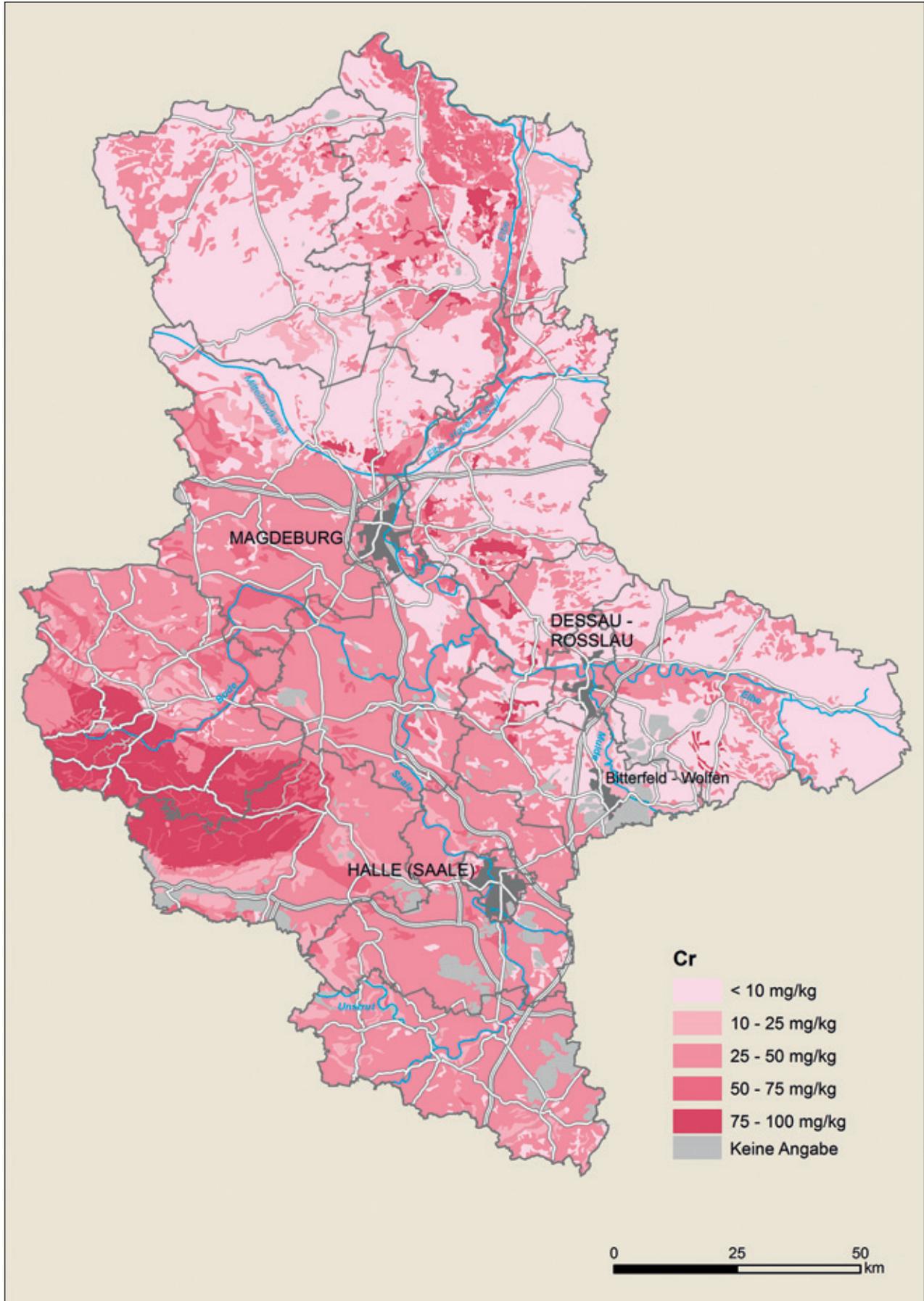


Abb. IV-2b: Cr-Gehalte im Untergrund (50. Perzentil)

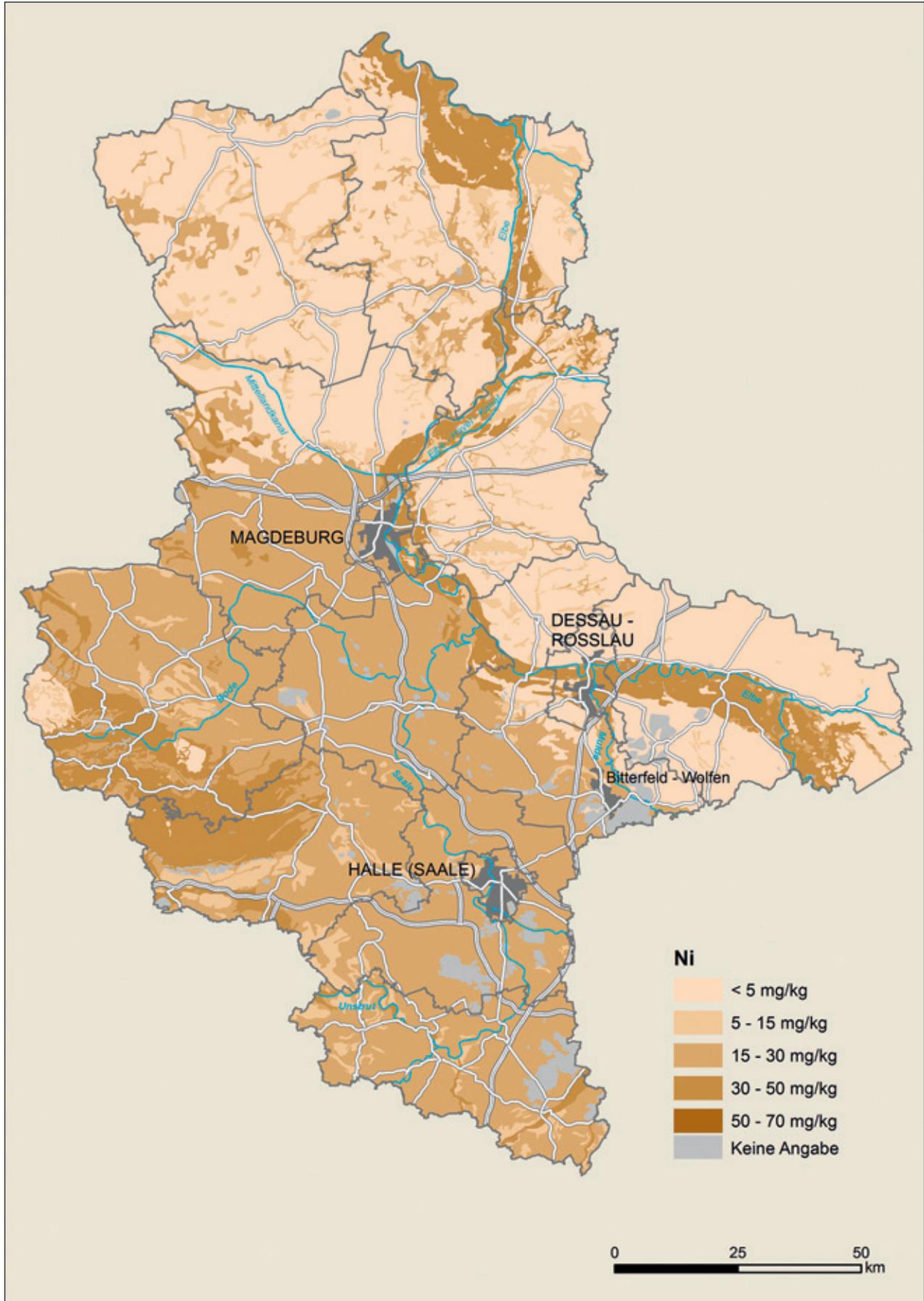


Abb. IV-3a: Ni-Gehalte in Oberböden (50. Perzentil)

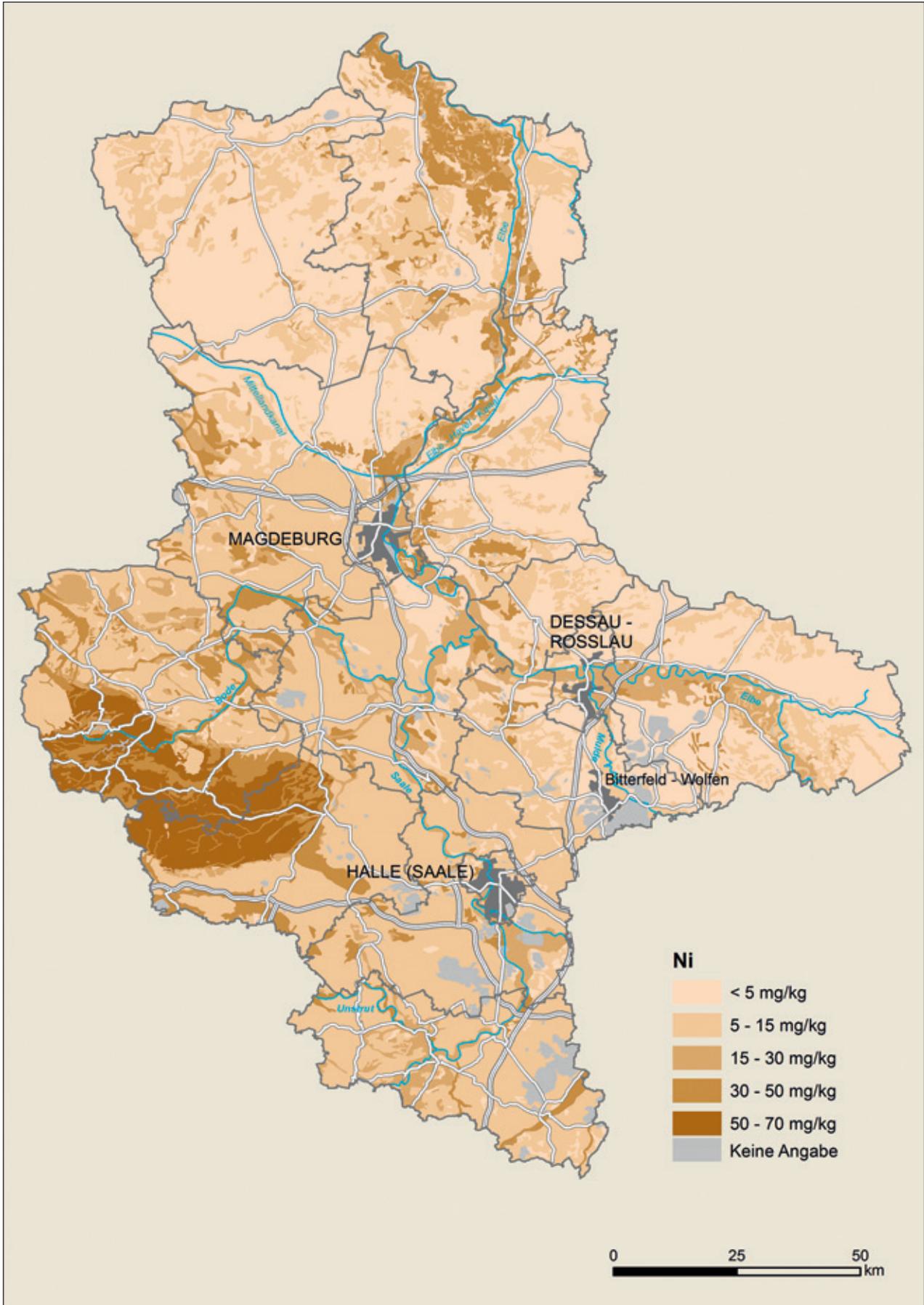


Abb. IV-3b: Ni-Gehalte im Untergrund (50. Perzentil)

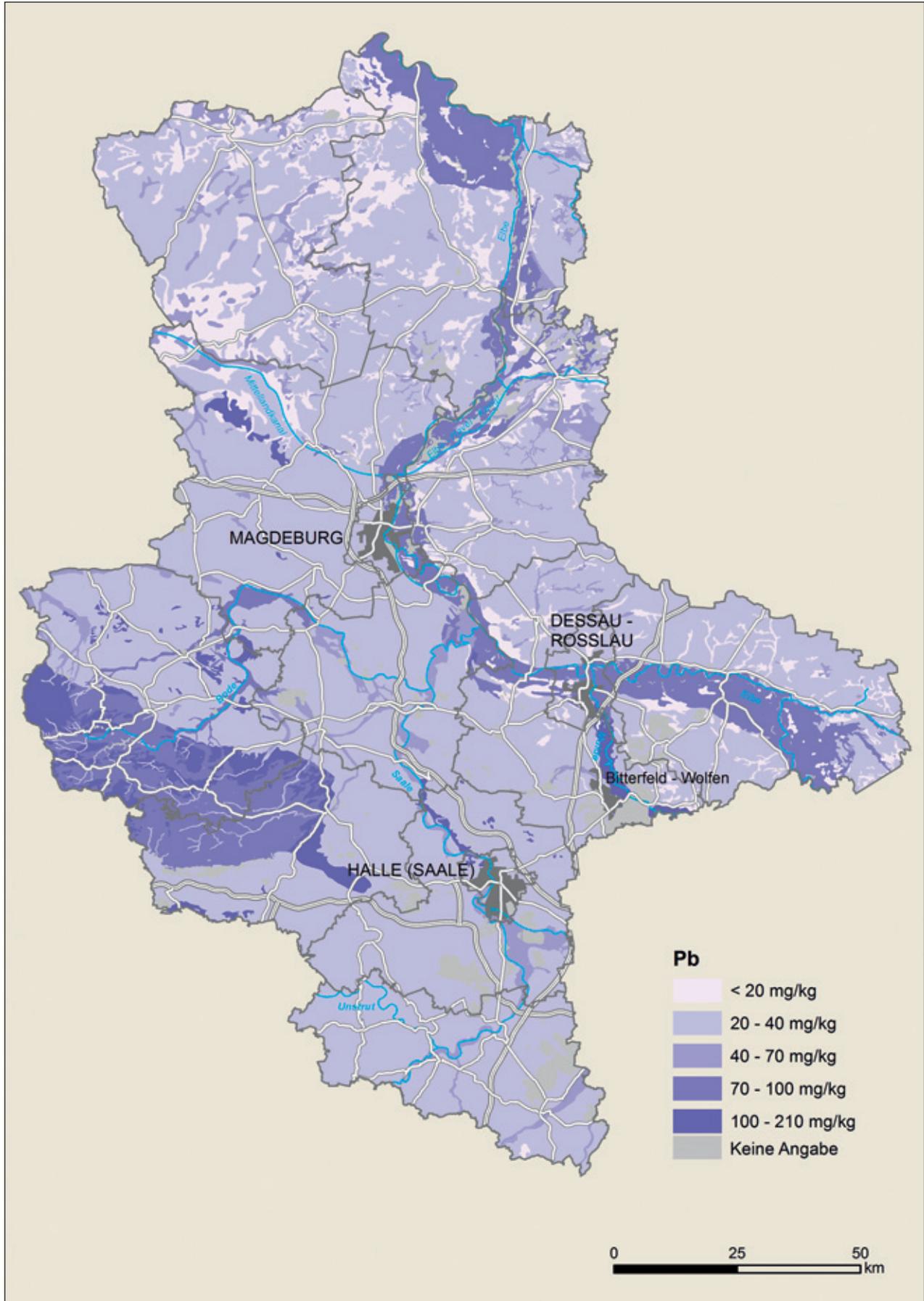


Abb. IV-4a: Pb-Gehalte in Oberböden (50. Perzentil)

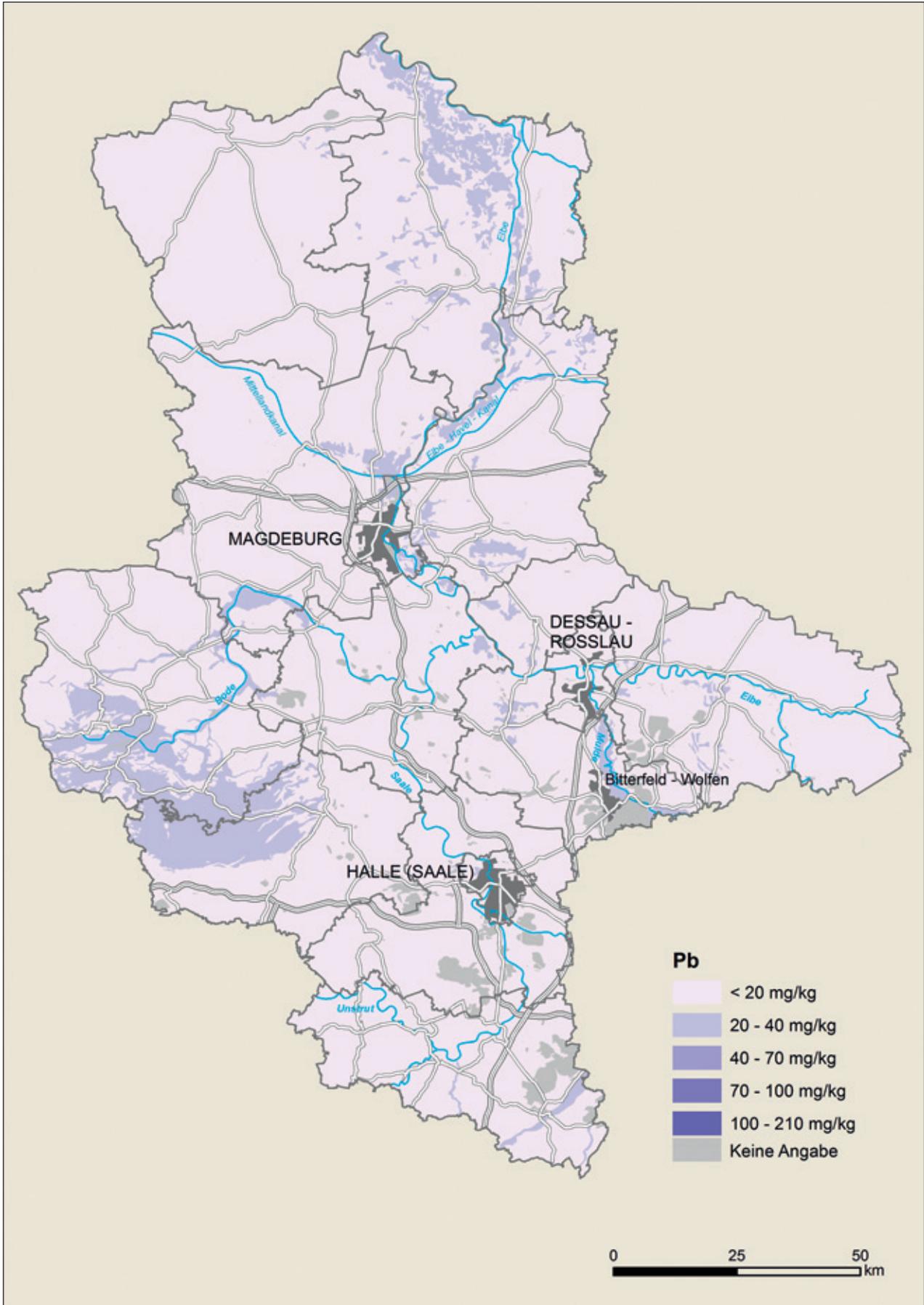


Abb. IV-4b: Pb-Gehalte im Untergrund (50. Perzentil)

Dr. Dipl.-Ing. agr. Klaus-Jörg Hartmann

Geboren 1961 in Hilstrup/Münster (Westfalen). Studium der Agrarwissenschaften mit bodenkundlichem Schwerpunkt an der Technischen Universität München, Christian-Albrechts-Universität Kiel und Georg-August-Universität Göttingen. Promotion in Kiel über Stoffeinträge in holozäne Böden. Anschließend Leitung des Projektes „Methodenbausteine im Bodeninformationssystem Brandenburg, Fachinformationssystem Bodenschutz“ am Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) in Eberswalde. Von 1995 bis 2010 Leiter des Dezernates Bodenkundliche Landesaufnahme und FIS-Boden am Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt in Halle (Saale). Seit 2010 Leitung des Dezernates Geodatenservice, Träger öffentlicher Belange, Controlling.



Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Straße 38, 06118 Halle (Saale),
Durchwahl: 0345 5212117, Hartmann@lagb.mw.sachsen-anhalt.de

Prof. Dr. habil. Reinhold Jahn

Geboren 1948 in Aising bei Rosenheim. Bis 1980 Studium der Landschaftsplanung an der TU Berlin. 1980 bis 1988 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Ökologie, 1988 Promotion. 1988 bis 1996 tätig als wissenschaftlicher Assistent, Oberassistent und Privatdozent, 1994 Habilitation am Institut für Bodenkunde und Standortslehre der Universität Hohenheim. Von 1997 bis 2013 Professor für Bodenkunde und Bodenschutz am Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Seit 2006 Vorsitzender der Kommission VII (Bodenmineralogie) der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Berufenes Mitglied des Arbeitskreises für Bodensystematik, 2002–2005 Chairperson Commission 1.2 (Soil Geography) der International Union of Soil Sciences.



Dienstanschrift: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Professur für Bodenkunde und Bodenschutz,
Von-Seckendorff-Platz 3, 06120 Halle (Saale), Durchwahl: 0345 5522530,
reinhold.jahn@landw.unihalle.de

Dipl.-Geologe Wolfgang Kainz

Geboren 1955 in Oberdorla/Thüringen. 1974 bis 1979 Studium an der Bergbauhochschule Leningrad, Fachrichtung „Geologische Kartierung, Suche und Erkundung fester mineralischer Rohstoffe“. Ab 1979 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Betrieb Geologische Forschung und Erkundung Freiberg, Tätigkeit in der Suche und Erkundung von Fluss- und Schwespat, geologischen Kartierung im Jemen, Projektleitung in der Rohstofferkundung in der Mongolei und im Erzgebirge. 1991/92 bodenkundliche Aufnahme temporärer Aufschlüsse in Sachsen. Seit 1992 Dezernent für Bodenkartierung am Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt. Arbeitsschwerpunkte: Erarbeitung von Bodenkarten verschiedener Maßstäbe, Bodenzustandserfassung und Untersuchung der Spurenelementgehalte in Böden.



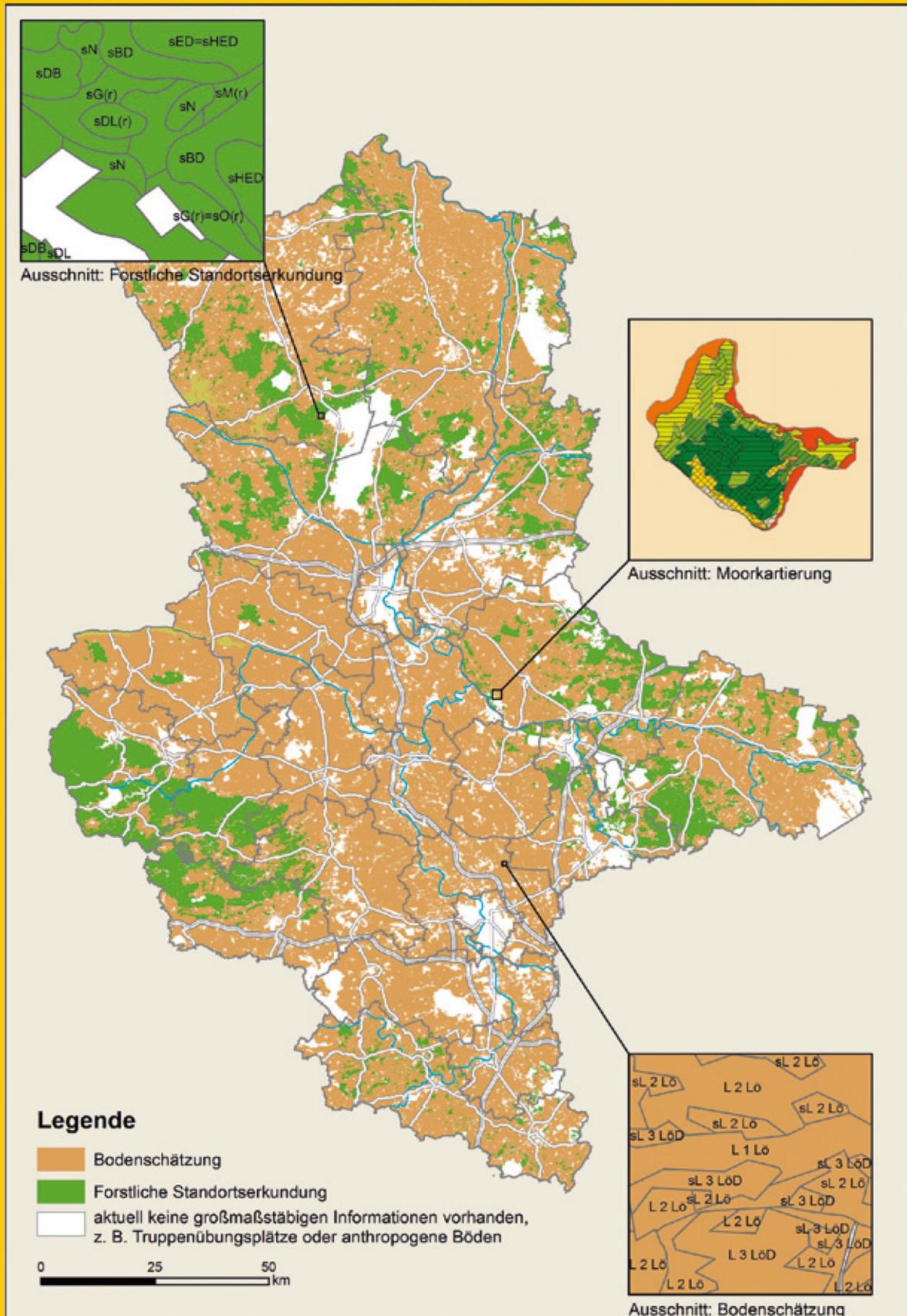
Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Straße 38, 06118 Halle (Saale),
Durchwahl: 0345 5212114, Kainz@lagb.mw.sachsen-anhalt.de

Dr. Dipl.-Umweltwiss. Dipl.-Forstw./FAss. Uwe Langer

Geboren 1963 in Barme, Kreis Verden/Aller. Von 1989 bis 1993 Studium der Forstwirtschaft an der Georg-August-Universität Göttingen mit dem Schwerpunkt Forsttechnik. 1994/95 Referendariat für die Laufbahn des höheren Forstwirtschaftlich-technischen Dienstes im Lande Hessen. 1996/97 Aufbaustudium der Umweltsicherung an der Friedrich-Schiller-Universität Jena mit dem Schwerpunkt Regenerationsanalyse von Ökosystemen und 2000 Promotion in Bodenmikrobiologie über die Zustandsanalyse eines Emissionsgebietes anhand chemisch-physikalischer und mikrobiologischer Parameter. Von 2001 bis 2008 Leiter der Arbeitsgruppe Bodenbiologie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ und seit 2008 Leiter des Fachgebietes Bodenschutz/Altlasten am Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt in Halle.



Dienstanschrift: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Reideburger Straße 47, 06116 Halle (Saale),
Durchwahl: 0345 5704106, uwe.langer@lau.mlu.sachsen-anhalt.de



Übersicht zur Verfügbarkeit großmaßstäbiger bodenkundlicher Informationen: Für wesentliche Waldgebiete liegt die forstliche Standortserkundung vor. Die Bodenschätzung deckt landwirtschaftlich genutzte Flächen ab. Ergänzend bietet die Moorkartierung Informationen zu Bodenformen und Moormächtigkeiten.