

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	12 (2005), 1/2	S. 25-35	10 Abb., 2 Tab., 38 Lit.
------------------------------	--------------	----------------	----------	--------------------------

Das Flächenbodenformenarchiv zur Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg

The archive of area related soilforms for the medium scaled soil map of the state of Brandenburg

ALBRECHT BAURIEGEL

1. Einführung

Die Verfügbarkeit von aussagekräftigen punkt- und flächenbezogenen Informationen zu den Eigenschaften der Bodendecke sind Voraussetzung für eine sachgerechte Beantwortung von bodenschutzbezogenen und bodennutzungsbezogenen Fragestellungen. Die bereitgestellten Bodendaten müssen einerseits dem Anspruch gerecht werden, die flächenhaft verbreiteten Bodenformen des Landes Brandenburg in ihren Merkmalen und mittleren stofflichen Eigenschaften zu charakterisieren. Andererseits sind sie in Form parameterbezogener Werte notwendige Eingangsgrößen für die bundesweit abgestimmten Auswertemethoden (HENNINGS 2000) und müssen deren Anforderungen genügen.

Bodendaten beeinflussen mit ihrer Güte sowohl die Art als auch die Akzeptanz von umweltpolitischen Entscheidungsprozessen (EG 2000, MLUR 2001). Dies umfasst die Aspekte einer standortgerechten und nachhaltigen Bodennutzung ebenso wie die Bewertung des Schutzguts Boden innerhalb von Planungs- und Genehmigungsverfahren oder die Funktion als Eingangsgröße für Prognosemodelle. Die breiter werdenden und sich verschiebenden Anwendungsgebiete bedingen ihrerseits steigende qualitative und quantitative Anforderungen an die Bodendaten selbst (ADLER et al. 2001, AUSSENDORF et al. 2003). Oft steht nicht mehr nur die klassische Bodenkarte im Mittelpunkt des Interesses, sondern zunehmend die aus bodenkundlichen Basisdaten abgeleiteten oder modellierten Auswertethemen (FRIEDRICH 1999).

Die Staatlichen Geologischen Dienste, zu deren Kernaufgaben es zählt, landesweite Aussagen zur Struktur und zu den Eigenschaften der Bodendecke zu erarbeiten, sehen sich mit der Notwendigkeit konfrontiert, flächendeckende Informationsgrundlagen insbesondere für die mittleren und kleineren Maßstabbereiche bereitzustellen. Diesem Auftrag versucht das LBGR mit der Bodenübersichtskarte im Maßstab 1 : 300 000 (BÜK 300) und dem dazugehörigen Flächenbodenformenarchiv gerecht zu werden. Zur Parametrisierung von flächenbezogenen Profil- und Horizontdaten wurde eine Ableitungsmethode entwickelt (BAURIEGEL 2004).

2. Inhalt und Umfang des Flächenbodenformenarchivs

Flächenbodenformen (FBF) sind Teil verschiedener arealbeschreibender Kategorien. Sie können sich auf eine Einzelfläche, eine Legendeneinheit, ein Kartenblatt oder auf ein

gesamtes Kartenwerk beziehen (HANNEMANN et al. 1999). Sie besitzen einen indirekten Maßstabsbezug, der sich im systematischen Kennzeichnungsniveau der Flächenbodenformen ausdrückt. Die für die Beschreibung eines Zieldatensatzes notwendigen Bodenformen definieren das Inventar eines Flächenbodenformenarchivs.

Aus den Legendenbeschreibungen zu den 99 Blattlegendeneinheiten der BÜK 300 des Landes Brandenburg (Stand Ausgabe 2001) leiten sich zunächst theoretisch 958 Flächenbodenformen ab. Diese große Anzahl ist ein Ausdruck der Komplexität der Bodendecke und ergibt sich aus der Zugehörigkeit der Flächenbodenformen zu einer oder zu mehreren Legendeneinheit(en), dem jeweiligen legendenbezogenen Flächenanteil und durch die alternativen Merkmalsaufzählungen bei boden- und substratsystematischen Einheiten.

Unabhängig von diesen blattlegendenbezogenen Kriterien besteht das Bodenformenspektrum aus 651, sich inhaltlich unterscheidenden Flächenbodenformen (Bodenformen ohne Duplikate). Diese 651 Flächenbodenformen (FBF) bilden das Grundgerüst für das Flächenbodenformenarchiv Brandenburgs. Die flächenbeschreibenden Bodenformen für andere Maßstäbe (BK 50, BÜK 100, BÜK 200) können über ein hierarchisches System mit diesem Archiv verbunden werden.

Mit Blick auf die Anwendungsbereiche der BÜK 300 des Landes Brandenburg wurde für den potenziellen Nutzerkreis die Gesamtliste von 651 auf 291 Flächenbodenformen eingeeengt und in Form einer Prioritätenliste definiert. Diese Begrenzung bezieht sich nur auf die zu parametrisierenden digitalen Inventarbeschreibungen mit dem Ziel, das Spektrum und die Anzahl an Flächenbodenformen für den Nutzer überschaubar und damit interpretierbar zu halten. Die selektierten Flächenbodenformen (Prioritätenliste) ermöglichen dennoch eine ausreichend breite Merkmals- und Flächenbelegung der Legendeneinheiten. Für spezielle Fragestellungen ist der Zugriff auf den Gesamtbestand des Flächenbodenformenarchivs jederzeit möglich.

2.1 Verbreitungsgrade der Flächenbodenformen

In der Regel besitzen die einzelnen (Archiv-) Flächenbodenformen jeweils einen Bezug zu mehreren Legendeneinheiten. Ihre Bedeutung innerhalb des Flächendatensatzes kann über die Kennwerte Deckungsgrad (D), Frequenz (F) (HAASE & SCHMIDT 1970) und deren mittlerer Ausdruck als

relatives Flächengewicht (FG) beschrieben werden. Der Verbreitungsgrad (BAURIEGEL 2004) entspricht einer Klassifizierung dieser Kennwerte in einer vierstufigen Skala (Tab. 1).

Tab. 1 Wertespans zur Klassifizierung der Verbreitungsgrade

Tab. 1 value margin for classification to levels of distribution

Verbreitungsgrade		Wertespans FG[FBF] (%)	Anzahl FBF	Wertespans Ft[FBF] (%) Dt[FBF] (ha)		Mediane
Kurzzeichen	verbal					
V1	selten	0-0,01	13	F 0,3-1,8 D 19-237		F 1,5 D 171 ha
V2	gering	0,01-0,1	122	F 1,7-16,6 D 182-3356		F 6,8 D 1170 ha
V3	mittel	0,1-1,0	132	F 11-138 D 2365-37429		F 34,7 D 6894 ha
V4	hoch	>1,0	23	F 156-810 D 25574-238554		F 256 D 53927 ha

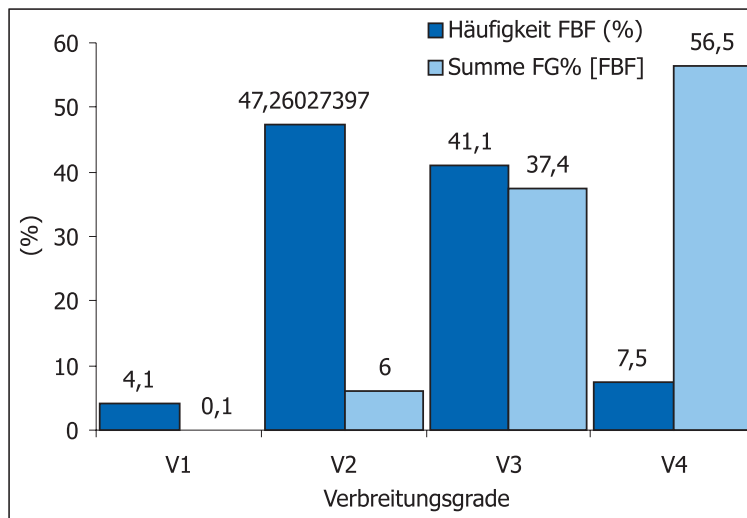


Abb. 1

Anteile (%) und Summen der Flächengewichte (%) der Flächenbodenformen zur BÜK 300 bezogen auf die Verbreitungsgrade

Fig. 1

proportions (%) and summations of area-weights (%) of area related soil-forms BÜK 300 relating to the levels of distribution

In der Bewertung der Kennwerte fällt eine Gegenläufigkeit zwischen der Anzahl von Flächenbodenformen innerhalb der vier Verbreitungsgrade und ihrer flächenhaften Bedeutung für den Gesamtdatenbestand auf (Abb. 1). So besitzen nur wenige Flächenbodenformen ein hohes Flächengewicht bzw. einen hohen Verbreitungsgrad (V4). Letztere umfassen lediglich 7,5% (n=23) des hier betrachtenden Gesamtspektrums an Flächenbodenformen (n=291), charakterisieren inhaltlich aber über 56% der Landesfläche. Der Großteil der Bodenformen zeichnet sich hingegen durch mittlere (V3) und geringe Verbreitungsgrade (V2) aus, die ihrerseits aber nur 37,4% (V3) bzw. 6% (V2) der Gesamtfläche beschreiben. Die Flächenbodenformen mit einem hohen bzw. mittleren Verbreitungsgrad sind bei der späteren Parameterisierung besonders zu berücksichtigen. Sie sind für den Zieldaten-

satz von großer Bedeutung, da sich ihre Ableitungsgüte, wie auch die ggf. bestehenden Datenlücken sehr flächenintensiv auswirken.

Die Verbreitungsgrade erlauben ebenfalls Aussagen zur Seltenheit und Häufigkeit von Bodenformengesellschaften oder Flächenbodenformen. Sie sind daher für bodenschutzbezogene Fragestellungen interessant (BBODSCHG 1998, LUA 2003). In diesem Zusammenhang muss jedoch beachtet werden, dass die Verbreitungsgrade auf dem Flächendatenbestand zur BÜK 300 und deren systematischen Kennzeichnungsprinzip beruhen. Die Seltenheit einer Flächenbodenform ergibt sich folglich aus den inhaltlichen (Boden- und Substratsystematik) und räumlichen (Darstellungsgröße) Möglichkeiten eines mittelmaßstäbigen Flächendatensatzes. Seltene Böden im Sinne des BBODSCHG (1998) haben oft ein nur punktuell Vorkommen (z. B. Fuchserden, SOLGER 1960, HERING et al. 2004) oder beziehen ihre Seltenheit aus der Kombination mit anderen Faktoren wie z. B. bodenbildendes Substrat (Podsol von Sternebeck, KOPP 1965) oder historische Nutzungsformen (HIEROLD & NAGEL 2001).

3. Punktbezogener Eingangsdatenhintergrund

Die vorhandenen bodenkundlichen Punktinformationen bilden die Datenquelle für die Parametrisierung der Flächenbodenformen. Sie zeichnen sich durch einen historisch gewachsenen und thematisch sehr vielfältigen Erhebungshintergrund aus. Infolgedessen unterscheiden sie sich in ihren Kennzeichnungssystemen, Parameterspektren, Analysenmethoden und in ihrer (digitalen) Verfügbarkeit. Obwohl vielerorts umfangreiche und wertvolle Datenbestände existieren, führt deren begrenzte Vergleichbarkeit letztlich zu einem Mangel an methodenkompatiblen Eingangsdaten. Eine rezente Erhebung von inhaltlich konsistenten Datensätzen, welche mit einem breiten Parameterspektrum versehen sind, ist nur für die aktuellen Kartiergebiete zu erwarten oder ist an Forschungsprojekte mit einer großmaßstäbigen Betrachtung gebunden. Für regionale oder überregionale Fragestellungen ist die Erhebung erforderlicher Datenumfänge derzeit weder zu leisten, noch zu finanzieren.

Die Auswahl der zu beschreibenden Zielparameter (Abb. 2) erfolgte auf Basis der etablierten und bundesweit abgestimmten Methodenkataloge (MÜLLER 1997, HENNINGS 2000). Auf Basis dieser Methodenkataloge erweisen sich verschiedene Parameter wie die Bodenart (n=66) und der Humusgehalt (n=48) als die Kennwerte mit den häufigsten Nennungen innerhalb der Verknüpfungsregeln und unterstreichen damit die Bedeutung der Stoffdaten für die bodenkundlichen Auswertemethoden. Die Abbildung 2 zeigt die Bedeutung, die die einzelnen Parameter innerhalb aller Auswertemethoden

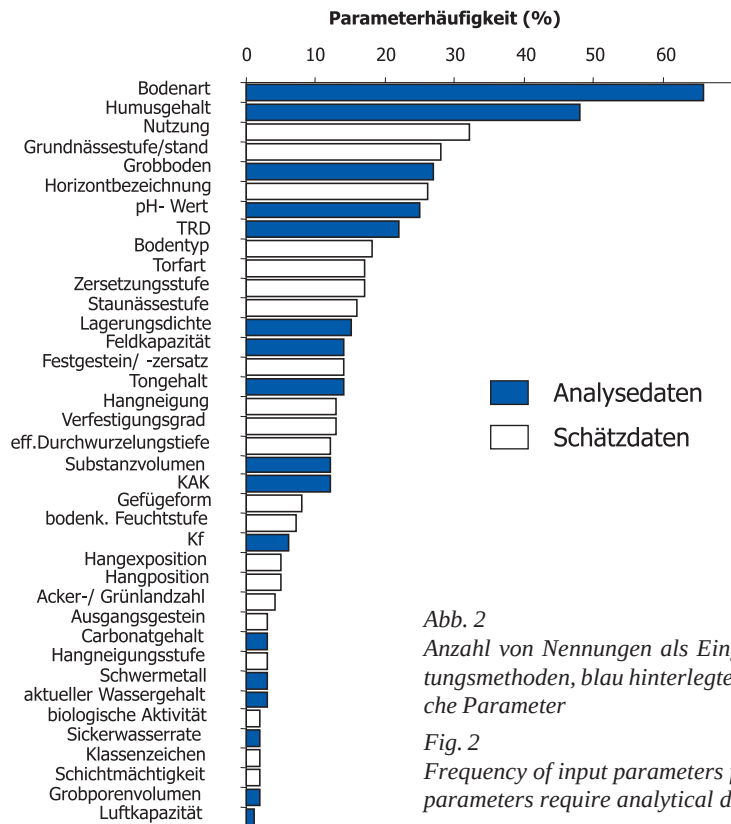


Abb. 2
Anzahl von Nennungen als Eingangsparameter innerhalb der bodenkundlichen Auswertungsmethoden, blau hinterlegte Balken entsprechen dem Spektrum für (gemessene) stoffliche Parameter

Fig. 2
Frequency of input parameters for using pedological interpretation methods, blue marked parameters require analytical datas

Datenbestand / Parameter	LBGR (Profile)	Projekt Geochemie	HU Projekt	Projekt Gorleben	Projekt Schöneiche	Projekt Fläming	LUA BDF	ZALF	BZE	Bodenschätzung	LUA Aue	C&E (Kippen)	PRODAT	MSU	Summe
pH-Wert	2927		359	92	138	28	452		1165	650	506	137	3821	1785	12060
TC (%)	2882		333	48		28	113	424	1165		506	137	1745	728	8109
GV (500°C)	2643		359	48	129	28						137			3344
KAKpot	1629		135	91		9	189			207		137	3556		5953
KAKeff	1228		199	91		19			1165	45			309	1829	4885
CaCO3	820		100	114	70	2	35		1165	141		122	765	287	3621
S (%)	1491	2242		88	120		110	424	1165	540		137	4756	1172	12245
U (%)	1491	2242		88	120		110	424	1165	540		137	4756	1172	12245
T (%)	1491	2242		88	120		110	424	1165	540	506	137	4756	1172	12751
GB (%)	1491	2242		88	120		110	424	1165			137	4756		10533
TRD	450			70	47			424			506		3844	534	5875
FK	450			70	47			424							991
nFK	450			70	47			424							991
LK	450			70	47			424							991
Kf	307			70	47								309		733
Anz. Parameter	15	10	6	15	13	6	11	10	8	7	4	9	11	8	95327

LBGR Daten
Fremddaten
Altdaten

Tab. 2
Verfügbarkeit von Mindestdatensätzen der Auswertungsmethoden (analysierte Horizontdaten) in regionalen Datenbeständen Brandenburgs (Stand 05/2004)

Tab. 2
Availability of minimum datasets for interpretation methods (analytical horizon data) in regional data-bases of brandenburg (05/2004)

einnehmen. Sie bilden im Weiteren das zu berücksichtigende Spektrum an stofflichen Zielparametern.

Neben den eigenen Kartielergebnissen des LBGR liegt für das Land Brandenburg im Ergebnis verschiedenster Forschungs- und Kartierprojekte ein umfangreicher, aber auch heterogener Alt- und Fremddatenbestand vor. Leider sind in der jüngeren Vergangenheit wertvolle und für die Fragestellung interessante Datenbestände in einem erheblichen Ausmaß entweder verschollen oder gar vernichtet worden, wie z. B. Teile der Standortkundlichen Ergänzung der Bodenschätzung oder Meliorationsstandortsuntersuchungen. Der daraus resultierende volkswirtschaftliche Schaden ist als immens zu bewerten. Die Kosten der Wiederbeschaffbarkeit wären auf mehrere Millionen € zu veranschlagen. Selbst wenn für einen Berechnungsansatz die Analysenparameter auf Standardgrößen reduziert werden, liegen die Kosten für ein analysiertes Profil bei ca. 1 000 €. Allein die brandenburgischen PRODAT-Profile hätten demnach einen Wiederbeschaffungswert von weit über 1 Mio €. Nach Expertenschätzung liegt die Anzahl verschollener Profildatensätze weit über der PRODAT-Größenordnung von 1 244 Profilen¹. Sie können aber die Notwendigkeit einer rezenten Datenerhebung bzw. -erfassung nicht ersetzen, da

- ein Großteil der Altdatenbestände den heutigen Anforderungen nur in Teilen gerecht wird (Aufnahmespektrum, Analysenhintergrund),
- aufgrund jüngerer pedogener oder anthropogener Einflüsse (Moordegradation, Erosion, Nutzungs-

wechsel) die Gültigkeit der Altdaten nicht mehr voll gegeben ist,

- ein Großteil der anthropogenen oder anthropogen bestimmten Bodengesellschaften bisher wenig erfasst oder berücksichtigt wurde und
- eine justiziable Umwelt- und Standortbewertung aktuelle Daten unverzichtbar macht (Bodendauerbeobachtung/ Monitoring, Zeitreihenanalysen, Statuserhebungen, heutige Standardverfahren).

Unabhängig von ihrer inhaltlichen Qualität und ihres erhobenen Parameterspektrums besteht ein relativ hoher quantitativer Umfang an digital verfügbaren Profil- und Horizontdaten (Tab. 1). Es handelt sich um insgesamt weit über 17 000 Punktdaten. Nutzungseinschränkungen ergeben sich durch:

- eine fehlende Gleichverteilung der Punktinformationen (Abb. 3),
- eine begrenzte inhaltliche Vergleichbarkeit durch abweichende systematische und analytische Regelwerke
- unterschiedliche Parameterausstattung.

Wenngleich die Notwendigkeit besteht, einen möglichst großen Anteil der bereits vorliegenden Daten in die Betrachtung einzubinden, so müssen sie dennoch qualitativen Mindestanforderungen genügen. Das notwendige Parameterspektrum ist mit einer ausreichenden Stichprobenanzahl zu hinterlegen. Die Auswertungsziele reichen von der Ableitung von Hintergrundwerten (LABO 2003), über die Bewertung von Bodenpotenzialen und Bodenfunktionen (MÜLLER 1997) bis hin zur Beurteilung als Baugrund (DIN 1054 2003) oder Rohstofflagerstätte (AUSSENDORF et al. 2003). Der verfügbare Umfang an Analysedaten kann als limitierender Faktor für die Ableitung von mittleren Parameterwerten gelten.

Aus diesen Kriterien ergibt sich ein hoher Harmonisierungsaufwand.

4. Methodischer Parametrisierungsansatz

Im Ergebnis der Analysen zu den verfügbaren Punktdaten und zu den zu charakterisierenden Flächendaten erwies sich der methodische Ansatz, über die mittleren Eigenschaften von Horizont-Substrat-Kombinationen der Eingangsdaten zu flächenbeschreibenden Daten zu gelangen, als Vorzugsvariante (BAURIEGEL 2004).

Prinzip dieses Ansatzes ist es, die Kategorien Punkt- und Flächenbodenform nicht in der Profilebene, sondern in der Horizontebene zu verknüpfen. Ziel dieses Ebenenwechsels ist es, die Zugriffsrate auf relevante Datensätze zu erhöhen, da bei den Datenabfragen nicht auf die spezifischen, niveauabhängigen profilbezogenen systematischen Einstufungen Rücksicht genommen werden muss. Dadurch wird die Einbeziehung einer größeren Zahl von Profildatensätzen inklusive ihrer Schicht- und Analysendaten möglich.

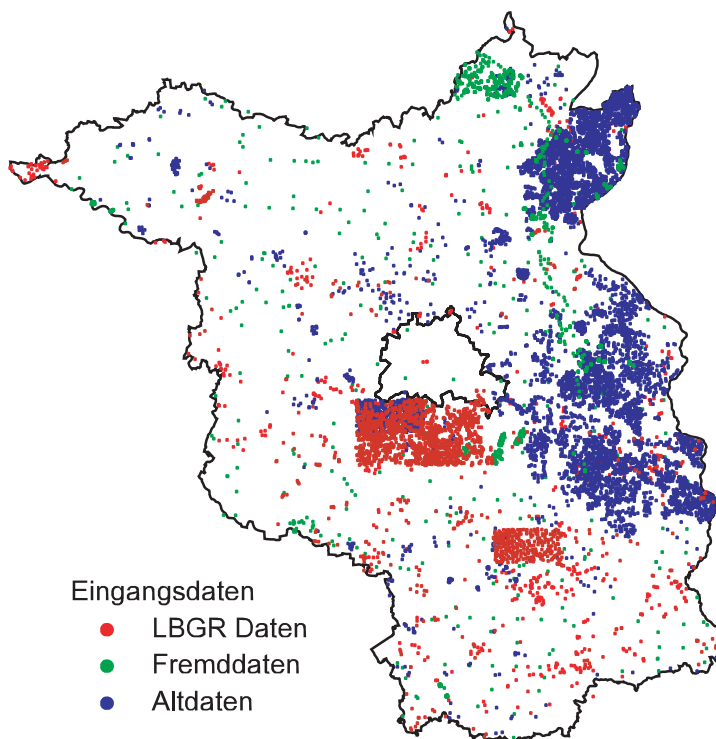


Abb. 3
Räumliche Verteilung der verfügbaren Punktdaten (Eingangsdaten)

Fig. 3
Spatial distribution of point datas (input datas)

¹ Auszug für das Brandenburger Landesgebiet

Die fachliche Berechtigung für dieses methodische Vorgehen ergibt sich aus der Annahme, dass Horizont-Substrat-Kombinationen aus gleichem Substrat, gleichem Ausgangsgestein und mit gleicher Pedogenese wiederum vergleichbare Eigenschaften besitzen und damit miteinander auswertbar sein müssen.

Das Prinzip von Horizont- bzw. Substratgruppen wurde bereits von VETTERLEIN (1986), ZEITZ (1992), RIECK et al. (1995), BAURIEGEL (2000) und DEHNER et al. (2001) mit unterschiedlicher Zielstellung genutzt.

In einem ersten Schritt erfolgt die Zerlegung der Profildaten in ihre einzelnen Horizont-Substrat-Kombinationen (Abb. 4).

Dies erfordert auf dem Weg von den Eingangsdaten zu den Zieldaten eine Reihe von methodischen Zwischenschritten von der Harmonisierung und Plausibilitätsprüfung bis hin zur Generalisierung und Aggregation der Eingangsdaten (BAURIEGEL 2001).

In welchem Ausmaß und Umfang diese Prozesse der Datenvorbereitung angewendet werden müssen, hängt von der Qualität der Eingangsdaten und vom inhaltlichen (systematischen) Niveau der zu beschreibenden Horizont-Substrat-Kombinationen der Flächenbodenformen der jeweiligen Zielkategorie ab (HANNEMANN et al. 1999).

Die Eingangsdaten werden über verknüpfte Schlüssellisten

auf ein definiertes Zielniveau angeglichen. Alle HSK_E (Eingangsdaten) mit gleicher systematischer Kennzeichnung umfassen dann den Bewertungshintergrund für eine abgeleitete HSK_Z (Zieldaten). Die HSK_Z insgesamt bilden ihrerseits die konstruktiven Bausteine für die Synthese zu einer Flächenbodenform und folgen damit einem modularen Prinzip (Abb. 4).

Der Rohdatenbestand lässt sich auf Grund der kennzeichnungsbedingten Heterogenität der Daten direkt nicht in die Methodenabläufe einbinden. Die Daten müssen zunächst harmonisiert und transformiert sowie auf ihre horizontbezogene, analytische und profilbezogene Plausibilität überprüft werden. Weitere Methoden-

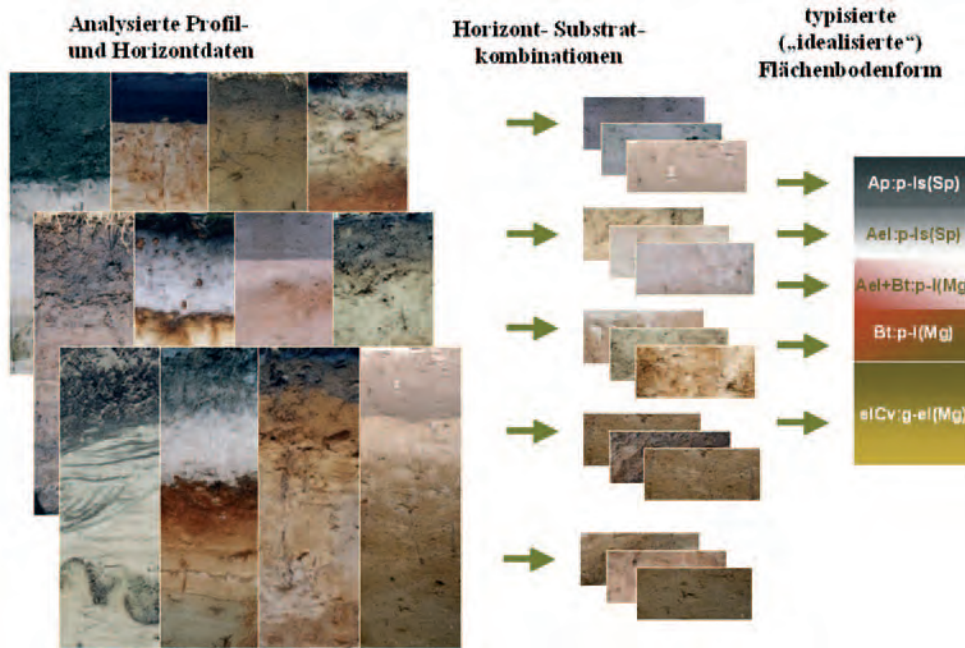


Abb. 4

Methodischer Ansatz der Bildung von Flächenbodenformen aus mittleren Horizont-Substrat-Kombination (HSK)

Fig. 4

Methodical approach for derivation of area related soil forms based on horizon-substrat-combinations (HSK)

Ziel dieser Segmentierung ist es, Gruppen von HSK zu bilden, die eine statistische Betrachtung und die Ableitung mittlerer Eigenschaften zulassen. Mit dem entstandenen Pool an HSK-Varianten kann auch die Charakterisierung von Flächenbodenformen erfolgen, die noch nicht über ein konkret beschriebenes Punktprofil belegt sind, aber dennoch mit einer hohen Wahrscheinlichkeit auftreten.

Diese erwarteten Bodenformen entstehen durch die Auswertung und Synthese verschiedener Punkt- und Flächendaten. Die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens ergibt sich durch das Ergebnis der Verschneidung der verschiedenen Datengrundlagen. Bis zur Bestätigung durch ein reales Profil behalten diese Bodenformen ihren hypothetischen Charakter. Die Konstruktion eines idealisierten Profils erfolgt dann aus den Segmenten der HSK. Da die HSK sich aus gemittelten Angaben mehrerer Ausgangsdaten ableiten, ist ein konkreter Profilbezug nicht mehr unmittelbar gegeben.

Schritte dienen der Generalisierung und Aggregation der Eingangsdaten in abstraktere Gruppen. Erst im Ergebnis dieser Datenvorbereitung ist eine statistische Auswertung der HSK_E sinnvoll. Die Notwendigkeit dieser Vorbehandlung ergibt sich aus der Vielzahl von horizontbezogenen Kennzeichnungsvarianten innerhalb der Eingangsdatenbestände ($x_{HSKE} = 7957$). Anschließend erfolgt die Synthese zu einer Flächenbodenform sowie die Prüfung der HSK_Z-Abfolgen auf ihre profilbezogene Plausibilität.

Das Ergebnis bilden die parametrisierten Flächenbodenformen (Abb. 5). Sie umfassen nicht nur die mittleren Parameterwerte, sondern auch Angaben zum zugrundeliegenden Stichprobenumfang, sowie zu statistischen Streuungsmaßen wie Perzentile, Variationskoeffizienten und eine Einschätzung der Ableitungssicherheit. Letztere sollen mit dazu dienen, den Anwendern eine Beurteilung der thematischen Auswertungsergebnisse zu ermöglichen.

Flächenbodenformenarchiv BÜK 300

parameterisierte Bodenform (landwirtschaftlicher Nutzungsbezug):
LF-BB:p-ls(Sp)/g-el(Mg)

Deckungs- grad (ha)	Frequenz	rel. Deckungs- grad (%)	rel. Frequenz (%)	rel. Flächen- gewicht (%)	Verbreitungs- grad
34840	157	1,14	1,09	1,12	4

Bezug zur Blattlegeneinheit (BÜK 300)					
Leg_nr	Deckungs- grad (ha)	Frequenz	rel. Deckungsgrad	rel. Frequenz [%]	rel. Flächen- gewicht [%]
53	7629	33	0,25	0,23	0,24
54	27211	123	0,89	0,86	0,88

Tiefen + Mächtigkeiten (cm)														pH - Werte / Kalk (M.-%)									
Hor	HSK	Tiefe	P25	P75	n	V	verbal	Mächt	P25	P75	n	V	verbal	CaCl2	Klasse	P25	P75	n	V	verbal	Kalk		
1	Ap:p-ls(Sp)	30	25	30	968	0,25	h	30	25	30	968	0,25	h	6,1	s1	5,4	6,7	562	0,15	h	c0		
2	Ael-Bv:p-ls(Sp)	50	42	60	80	0,30	m	20	15	25	80	0,37	m	6,3	s1	5,0	6,6	43	0,19	h	c0		
3	Ael:p-ls(Sp)	65	48	70	362	0,25	h	15	15	25	362	0,37	m	6	s2	5,1	6,2	173	0,15	h	c0		
4	Bt:p-l(Mq)	105	75	120	542	0,30	m	40	25	45	542	0,42	m	6,3	s1	5,8	6,8	271	0,12	h	c0		
5	elCv:q-el(Mq)	200	100	200	457	0,42	m	95	28	60	457	0,56	n	7,5	a1	6,9	7,8	238	0,08	h	c3,4		
Körnung (M.-%)																							
Hor	HSK	BA	S	P25	P75	n	V	verbal	U	P25	P75	n	V	verbal	T	P25	P75	n	V	verbal	G8		
1	Ap:p-ls(Sp)	Su2	73	66	78	575	0,12	h	21	16	26	576	0,35	m	6	5	8	726	0,49	m	1		
2	Ael-Bv:p-ls(Sp)	Su2	75	69	79	37	0,10	h	20	17	26	37	0,37	m	5	4	7	40	0,59	n	1		
3	Ael:p-ls(Sp)	Su2	75	68	81	168	0,12	h	20	15	26	168	0,37	m	5	3	6	168	0,74	n	1		
4	Bt:p-l(Mq)	LS4	55	50	65	267	0,21	h	25	20	30	267	0,31	m	20	15	22	326	0,23	h			
5	elCv:q-el(Mq)	SL4	54	48	59	219	0,17	h	29	26	33	219	0,20	h	16	14	19	265	0,28	m	4		

Abb. 5 Beispiel für eine parametrisierte Flächenbodenform (Auszug aus dem Flächenbodenformenarchiv)
Fig. 5 Example of a parameterised area related soil form (abstract from the soilform archive)

5. Ableitungsumfang

Für den Zieldatensatz und letztlich für die Verlässlichkeit der Ableitungsergebnisse ist von besonderer Bedeutung, in welchem Maße die Flächenbodenformen über statistisch abgesicherte Parameterwerte beschrieben werden können. Im Unterschied zu einer Reihe von anderen Flächendatensätzen (HARTWICH et al. 1995, LAGB 2004) wird zur inhaltlichen Arealkennzeichnung der BÜK 300 nicht eine einzelne Bodenform (monotypisch), sondern ein Bodenformeninventar herangezogen. Dies erfolgt mit dem Ziel, den in den Inventarbeschrieben der Legeneinheiten formulierten Gesellschaftsansatz auch für die Merkmalsbildung der Auswertethemen zu akzeptieren. Aus diesem Anspruch heraus folgt aber auch die Notwendigkeit, ein breiteres Spektrum an Flächenbodenformen zu parametrisieren.

5.1 Arealbezogener Ableitungsumfang

Die Merkmalsbildung eines flächenbezogenen Auswertethemas erfolgt in Abhängigkeit von den relativen Flächenanteilen der legendenbezogenen Bodenformen. Den Merkmalschwerpunkt bestimmt die flächenhaft dominierende Bodenform, während die subdominierenden Bodenformen die Merkmalsspannen kennzeichnen. Ein vollständiger Arealbezug ist erst dann gegeben, wenn alle legendenbeschreibenden Bodenformen in ihren Horizont-Substrat-Abfolgen

auch vollständig (FBF 100%) mit abgeleiteten Parametern bestückt sind.

Diese Voraussetzung ist für einen Großteil der Legeneinheiten, wenn auch in unterschiedlicher Güte, grundsätzlich gegeben. Flächenbodenformen, deren Horizont-Substrat-Abfolgen auf mindestens einem erhobenen Schichtdatensatz beruhen, erzielen ein Arealbezug von über 90%.

Mit steigendem Mindeststichprobenumfang je HSK-Abfolge verringert sich der realisierbare Arealbezug mehr oder minder deutlich (Abb. 6).

Diese Betrachtungsweise setzt voraus, dass für alle legendenbeschreibenden Bodenformen die geforderte Datendichte bis in die Horizontebene hineinreicht. Die Darstellungen zum Horizont- bzw. Profilbezug haben gezeigt, dass dieses methodische Optimum gegenwärtig nur für einen Teil der Zieldaten zur Verfügung steht.

Der Zielgröße von >20 Einzeldatensätzen je HSK kommen die Flächenbodenformen recht nahe, die für die Kennzeichnung der Bodengesellschaften der glazialen Hochflächen des Jungmoränengebiets notwendig sind. Mit einer mittleren Datendichte können die pleistozänen und holozänen Niederungen abgesichert werden. Als gering sind die Datendichten für die Auen sowie für die älteren Flussterrassen des Elbe-Elster-Gebiets zu kennzeichnen. Diese Verknüpfungsergebnisse lassen sich nur bedingt mit den Datenspektren in den

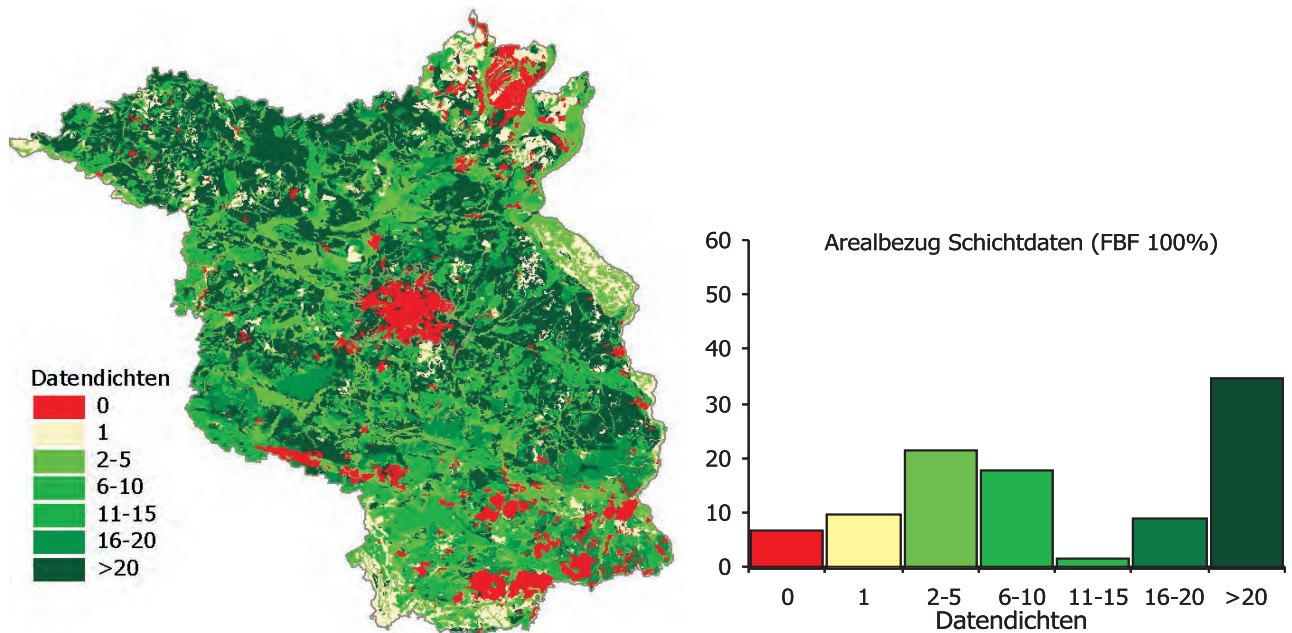


Abb. 6

Datendichten und Arealbezug (Landesfläche in %) für vollständig mit Schichtdaten beschreibbare Flächenbodenformen (FBF 100%)

Fig. 6

Concentration of datas and relation to area (%) of soil forms with an complete semantic data set (100%)

Punktdatenquellen (Eingangsdaten) begründen. Für die Areale Südbrandenburgs (Altmoränengebiet, Elbe-Elster-Niederung) liegt die Ursache zweifellos in der geringen Eingangsdatendichte. Die Auengebiete sind hingegen, wie auch die Uckermark, Areale mit einer relativ hohen Punktdatendichte (Abb. 3). Die Ursachen sind hier in dem Altdatencharakter der Punktdaten und den sich daraus ableitenden, geringeren Datenqualitäten zu suchen. Durch bestehende Unschärfen in der boden- bzw. substratsystematischen Übersetzung und die begrenzte Vergleichbarkeit der Analysemethoden, respektive der Analyseergebnisse (UTERMANN et al. 2000), können diese Datenbestände nur in Teilen methodisch eingebunden werden.

Das Informationsdefizit zu den Siedlungsbereichen und den Bergbaufolgelandschaften besteht weniger in fehlenden Flächeninformationen (GRENZIUS & BLUME 1985, SENAT-BERLIN 2004) oder grundsätzlichen Kenntnislücken (WESSOLEK & FACKLAM 1997, KATZUR et al. 1999, KNOCH 1999, HÜTTL et al. 1999), als vielmehr im Mangel an belastbaren Punktdaten, die eine Grundlage für die Parametrisierung bilden können. Eine andere Möglichkeit, den Arealbezug zu erhöhen, würde in einer weiteren Ausdünnung der legendenbeschreibenden Bodenformen bestehen. Die flächenbezogene Merkmalsbildung würde sich dann aber nur aus den dominierenden Flächenbodenformen ableiten. Diese Verfahrensweise steht einem monotypischen Ansatz nahe und entspricht kaum noch den definierten Flächenbildungsprinzipien (KÜHN 1996, BAURIEGEL et al. 2000) sowie den zu erwartenden Merkmalspektren der Areale.

Der erzielbare Arealbezug für die beschreibenden Schichtdaten ist insgesamt als gut bis sehr gut einzuschätzen (Abb. 6).

Für die Analysendaten kann mit der gegenwärtigen Datenbasis der Arealbezug nicht im gleichen Umfang und in gleicher Güte wie für die Schichtdaten realisiert werden. Für ein Großteil des Zieldatensatzes steht zwar ebenfalls mindestens ein kompletter Analysendatensatz zur Verfügung ($D_{\%} \geq 86,5\%$), mit zunehmender Mindestdatenanzahl verschlechtert sich jedoch der erzielbare Arealbezug rapide (Abb. 7).

Folglich muss für die Analysendaten in einem stärkeren Maße auch auf Flächenbodenformen zurückgegriffen werden, deren Horizontabfolgen mit geringeren Datendichten abgesichert sind. Dieser Umstand führt zu einer geringeren Trefferwahrscheinlichkeit für die abgeleiteten flächenbezogenen Eigenschaften und Merkmale.

In den flächenhaften Darstellungen zu den Datendichten (Abb. 6 u. 7) treten die Bodengesellschaften bzw. Legenden-einheiten mit einem geringen oder fehlenden Datenhintergrund deutlich heraus. Für die Analysendaten besteht für ca. 13% der Landesfläche ein erhebliches Datendefizit (rote Areale in den Abbildungen). Allerdings sind diese Areale nicht gänzlich ohne Datenhintergrund. Die verfügbaren Datenumfänge ermöglichen jedoch nur die Charakterisierung von Teilen der legendenbezogenen Bodenformeninventare und folgen daher weit weniger dem eigentlichen methodischen Anspruch. Im Sinne von belastbaren Ableitungsergebnissen sind diese Areale als Vorranggebiete für die zukünftige Datenerhebung zu definieren. In einer Reihe von Fällen bezieht sich das Datendefizit nicht auf komplette Horizont-Substrat-Abfolgen, sondern nur auf einzelne (diagnostische) Horizont-Substrat-Kombinationen.

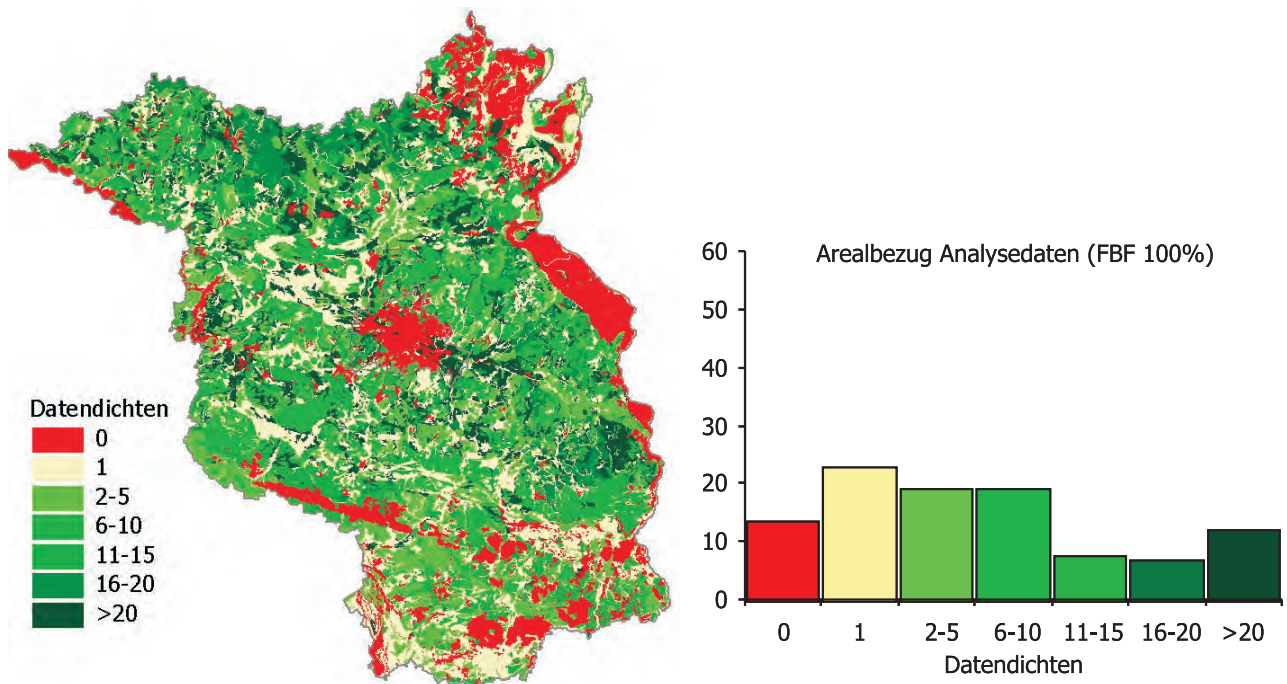


Abb. 7 Datendichten und Arealbezug (Landesfläche in %) für vollständig mit Analysedaten beschreibbare Flächenbodenformen (FBF 100%)

Fig. 7 Concentration of datas and relation to area (%) of soil forms with an complete analytic data set (100%)

5.2 Arealbezogene Ableitungssicherheit

Die für die Horizont- und Profilebene auf der Basis von Variationskoeffizienten berechneten Ableitungssicherheiten können auch für den Arealbezug interpretiert werden. Insbesondere für die Horizontmächtigkeit besteht eine relative Ableitungsunsicherheit dieses Parameters. Lediglich

für die Moränenstandorte lässt sich eine mittlere Ableitungssicherheit feststellen (Abb. 8).

Für die bodenchemischen Parameter pH-Wert und potenzielle Kationenaustauschkapazität zeigen sich deutlich positivere Ableitungsergebnisse. Insbesondere der pH-Wert erscheint als ein sehr ableitungssicherer Parameter (Abb. 9, rechts). Unter Berücksichtigung der definierten methodischen Regeln (BAURIEGEL 2004) lassen sich klassen- bzw. nutzungsbezogene pH-Werte sicher ableiten.

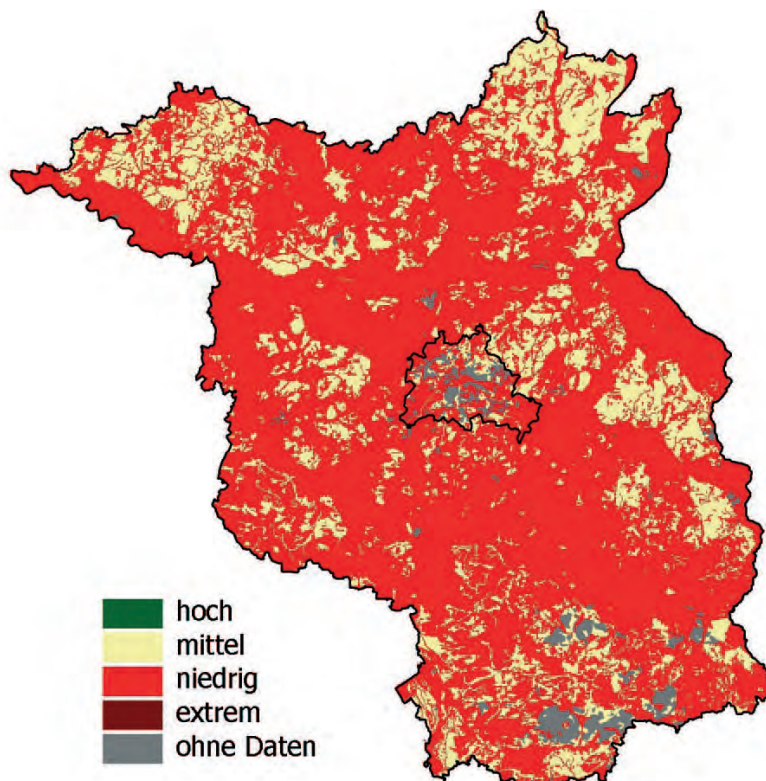


Abb. 8 Arealbezogene Ableitungssicherheit für den Parameter Horizontmächtigkeit

Fig. 8 Area related derivative reliability for the parameter horizon thickness

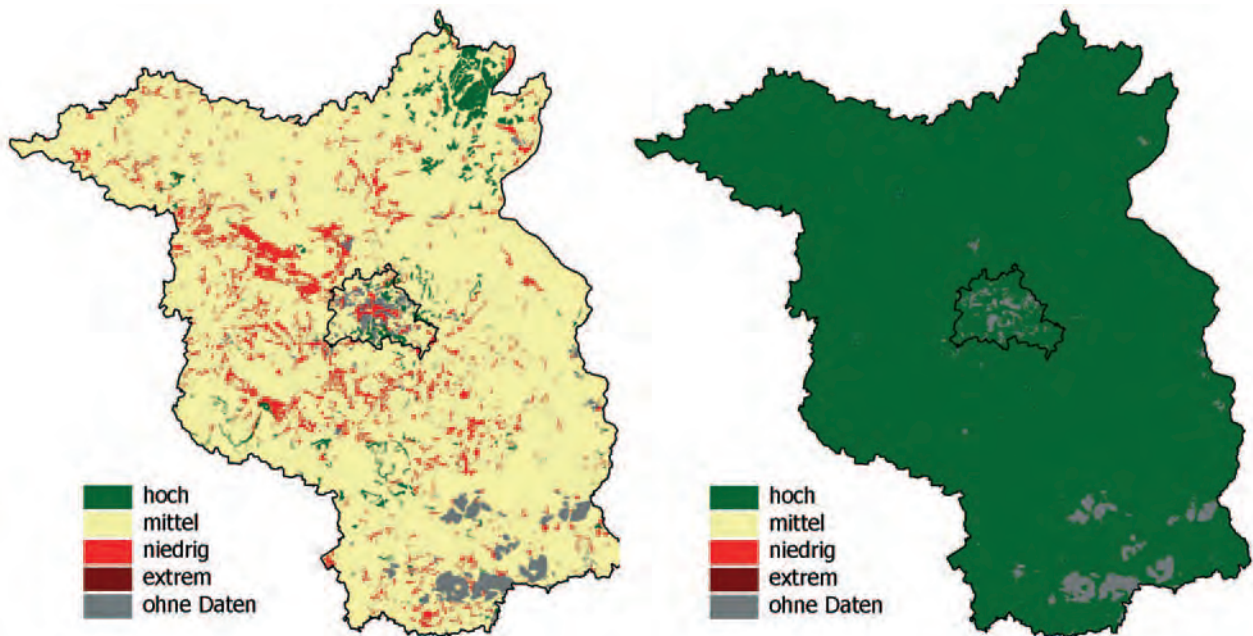


Abb. 9

Arealbezogene Ableitungssicherheiten für die Parameter potenzielle Kationenaustauschkapazität (links) und pH-Wert (rechts)

Fig. 9

Area related derivative reliability for the parameter cation exchange capacity (left) and pH-value (right)

Die mittlere Güte in den zu erwartenden Ableitungssicherheiten zeigt sich für die potenzielle Austauschkapazität auch für den Arealbezug (Abb. 9, links, HENNINGS (1991)). Eine tendenziell höhere Ableitungssicherheit besitzen die Bodenformengesellschaften der Moränenstandorte. Als ableitungsunsicher müssen die stärker humosen grundwasserbeeinflussten Bodengesellschaften mit Anmoor- und Humusgleyen aus Flusssanden angesehen werden. Eine höhe-

re Variabilität in den Parameterwerten zeigen auch die Gesellschaften, in denen Kalkgleye aus Substraten wie Wiesenmergel oder Mudde einen größeren Anteil besitzen.

Der Parameter Trockenrohdichte bestätigt sich im Arealbezug als ein Parameter mit einer sehr hohen Ableitungssicherheit. Die bereits diskutierten Unsicherheiten für die organogenen und limnischen Substrate dokumentieren sich auch für den Arealbezug, wenngleich die ermittelten Parameterwerte über eine mittlere Ableitungsgüte verfügen. Diese Einschätzung kann auf die anderen bodenphysikalischen Parameter wie die nutzbare Feldkapazität übertragen werden. Hier beruhen die zu erwartenden Unsicherheiten weniger in der Variabilität der Eingangsdaten als vielmehr in der unzureichend verfügbaren Datenmenge.

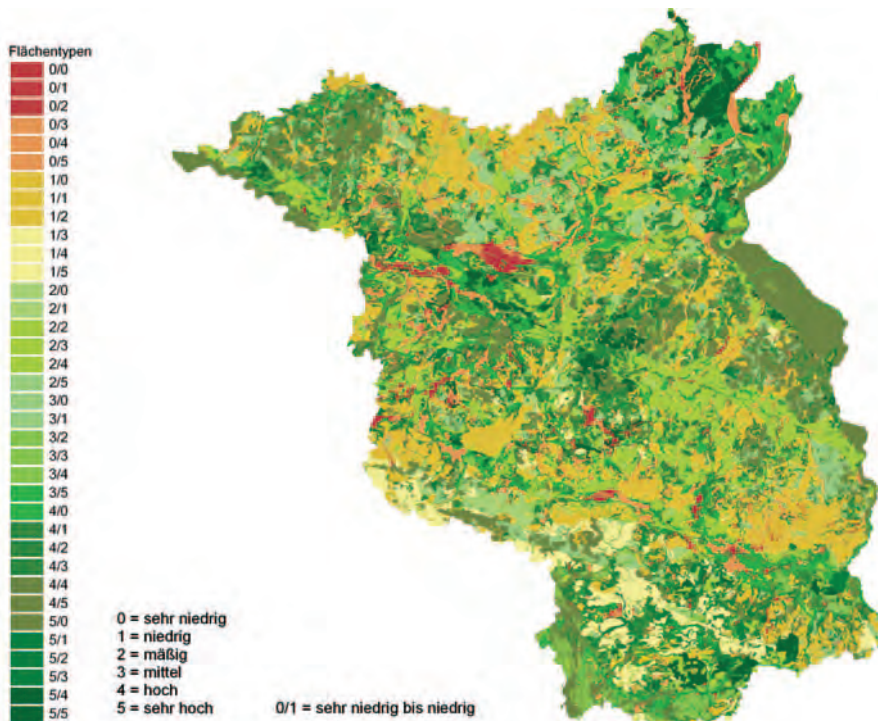


Abb. 10

Filtervermögen für Schwermetalle (Cadmium)

Fig. 10

Retention capacity against heavy metals (Cadmium)

6. Zusammenfassung und Ausblick

Im Ergebnis liegt erstmals die Anwendung einer Methode zur Parametrisierung von flächenbeschreibenden Profil- und Horizontdaten vor, die eine Bewertung der Ableitungssicherheit mit einschließt. Die Methodenergebnisse sind in einem Katalog von parametrisierten Flächenbodenformen (Bodenformenarchiv) dokumentiert. Dieser kennzeichnet die flächenhaft verbreiteten Bodenformen in ihren horizontbeschreibenden Merkmalen sowie in ihren mittleren bodenchemischen und bodenphysikalischen Eigenschaften. Die angegebenen Streuungskennwerte ermöglichen zudem eine Sicht auf den Datenhintergrund, wie auch auf die zu erwartende Aussagesicherheit. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung für die Anwendung einer Vielzahl von bodenkundlichen Auswertemethoden geschaffen, die für die Beantwortung von insbesondere bodenschutzbezogenen Fragestellungen oder für Bodenlandschaftsmodelle benötigt werden.

Das Bodenformeninventar von Flächeneinheiten dient der Darstellung einer vergesellschaftungsbedingten Merkmalsbreite von Bodeneigenschaften. Dieser Ansatz erfordert zwar die Parametrisierung einer größeren Anzahl von Flächenbodenformen, kommt aber den Eigenschaften der Bodendecke näher als monotypische Ansätze (SCHMIDT & JAHN 2004).

Als Indikatoren der Güte von Ableitungsergebnissen werden die Kriterien Ableitungsumfang und Ableitungssicherheit angegeben. Sie sind ein verbindlicher Teil des Parameterdatensatzes und informieren die Datennutzer über die parameterbezogene Wertevariabilität sowie die ihr zugrunde liegenden Stichprobenumfänge. Die parametrisierten Flächenbodenformen können unabhängig vom eigentlichen methodischen Ziel zu Plausibilitätsprüfungen in der Pflege von Punktdatenbeständen eingesetzt werden.

Summary

As a result, for the first time a catalogue of parameterized area related soil forms (soilform archive) is available for a digital soil spatial dataset of the state of Brandenburg. This catalogue characterizes the horizon-descriptive features as well as the average pedochemical and pedophysical features of the extended area related soilforms. In addition, the denoted scattering parameters provide a sight onto the background of the data as well as onto the expected reliability of the conclusions. Thus, a substantial precondition is provided for the use of a variety of pedological evaluation methods, which are needed to resolve especially soil conservation related problems or which are needed for soil cover models.

The soilform inventories of the mapping-units allows the description of associated soil properties. This approach itself requires the parameterisation a greater number of area related soil forms but can characterize the properties better than mono-typical approaches (SCHMIDT & JAHN 2004).

The scale of derivation and the derivative reliability can be used as a measure of quality of the derived results. They are binding part of the database to inform the data-users about

variability of the parameters and there sample size. The parameterised area related soil forms are also usable to check the plausibility of point data. sets.

Literatur

- ADLER, G. H., AKKERMANN, M., ALBRECHT, M., BUSCH, J., DAHLMANN, I., PENNDORF, O. & S. SCHÜRER (2001): Bodenschutz in der Bauleitplanung. - Vorsorgeorientierte Bewertung, Bodenschutz 6, 1, S. 10-18, Weinheim
- AUSSENDORF, M., FELDHAUS, D., HENNINGS, V., MÜLLER, U., SCHREY, H.-P., SIEMER, B., VORDERBRÜGGE, TH. & A. WOUTSAKIS (2003): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Gefahr der Entstehung schädlicher Bodenveränderung sowie der Nutzungsfunktion „Rohstofflagerstätte“ nach BBodSchG. - Ad-hoc-AG, Arbeitshefte Boden, Hannover
- BAURIEGEL, A. (2000): Das Flächenbodenformenarchiv für das Land Brandenburg; Horizonte. - Herrenhäuser Forschungsbeiträge zur Bodenkunde, Bd. 3, S. 107-118, Bad Iburg
- BAURIEGEL, A. (2001): Methode zur regelhaften Ableitung von Flächenbodenformen (Idealprofilen) zur Nutzung von Flächendatenbanken. - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 96, 2, S. 471-472, Oldenburg
- BAURIEGEL, A. (2004): Methoden zur Ableitung und Parametrisierung von flächenbezogenen Profil- und Horizontdaten - Am Beispiel der Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg im Maßstab 1 : 300 000. - Diss., Humboldt-Universität zu Berlin, 147 S., Berlin
- BAURIEGEL, A., KÜHN, D. & J. HANNEMANN (2000): Zur Aussagekraft von Bodenflächendaten. - Bodenschutz 2, S. 43-47, Berlin (Schmidt)
- BBODSCHG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und Sanierung von Altlasten vom 17.03.1998 (BGBl I. S. 502-510)
- 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, S. 121-125, Hannover
- DIN1054 (2003): Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau.
- EG (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. - Wasserrahmenrichtlinie, ABL L 327, Luxemburg
- FRIEDRICH, K. (1999): Die Bodenflächendaten 1 : 50 000 Hessen - Ziele, Aufbau und Erfahrungen. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 91(II), S. 977-980, Oldenburg
- GRENZIUS, R. & H.-P. BLUME (1985): Karte der Bodengesellschaften von Berlin (West) 1 : 50 000. - Umweltatlas Berlin, Berlin
- HAASE, G. & R. SCHMIDT (1970): Die Struktur der Bodendecke und ihre Kennzeichnung. - Arch. Acker-, Pflanzenbau u. Bodenk. 14, 5, S. 399-412, Berlin
- HANNEMANN, J., BAURIEGEL, A. & D. KÜHN (1999): Bildung von Flächenbodenformen für die Verwendung in Karten und Geo-

- graphischen Informationssystemen. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. **91**, 2, S. 1005-1009, Oldenburg
- HARTWICH, R., BEHRENS, J., ECKELMANN, W., HAASE, G., RICHTER, A., ROESCHMANN, G. & R. SCHMIDT (1995): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1 000 000 - Karte mit Erläuterungen, Textlegende und Leitprofilen. - Bundesanstalt f. Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
- HENNINGS, V. (1991): Die Bedeutung der räumlichen Variabilität bodenkundlicher Basisdaten für aktuelle und zukünftige Kartiertechniken, dargestellt an einem Beispielsgebiet im nördlichen Harzvorland. - Geol. Jb., **F28**, 143 S., Stuttgart (Schweitzerbart)
- HENNINGS, V. et al. (2000): Methodendokumentation Bodenkunde - Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. - Geol. Jb., R. G, SG 1, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und die Staatlichen Geologischen Dienste in der Bundesrepublik Deutschland, Hannover
- HERING, J., BAURIEGEL, A. & M. KAYSER (2004): Zur Genese ziegelroter Böden in den quartären Landschaften Brandenburgs. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. **103**, S. 133-134, Oldenburg
- HIEROLD, W. & D. NAGEL (2001): Die Wölbäcker von Natteheide (Brandenburg) - Zeugnisse historischer Landschaftsnutzung. - In: HARTEISEN, U.: Kulturlandschaftsforschung und Umweltplanung. - S. 101-111, Göttingen (GCA-Verlag)
- HÜTTL, R., KLEM, D. & E. WEBER (1999): Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften - Das Beispiel des Lausitzer Braunkohlenreviers. - Berlin (de Gruyter)
- KATZUR, J., BÖCKER, L. & F. STÄHR (1999): Humus- und Bodenentwicklung in Kippen-Forstökosystemen. - Der Wald **25**, S. 1339-1341, München
- KNOCH, D. (1999): Entwicklung der bodenchemischen Eigenschaften forstlich rekultivierter Kipp-Sande des Lausitzer Braunkohlenreviers - Erste Ergebnisse einer Chronosequenzstudie. - Arch. Acker-, Pflanzenbau u. Bodenk. **44**, S. 175-195, Berlin
- KOPP, D. (1965): Die periglaziale Deckzone (Geschiebedecksand) im norddeutschen Tiefland und ihre bodenkundliche Bedeutung. - Ber. Geol. Ges. DDR, Bd. 10, S. 739-771, Berlin
- KÜHN, D. (1996): Anleitung zur Erarbeitung einer Bodenübersichtskarte im Maßstab 1 : 50 000 (BÜK 50) für das Land Brandenburg. - Landesamt f. Geowissenschaften u. Rohstoffe Brandenburg, Kleinmachnow
- LABO (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden. - Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, Berlin
- LAGB (2004): <http://www1.mw.sachsen-anhalt.de/gla/daten/boden/>
- LUA (2003): Anforderungen des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren im Land Brandenburg - Handlungsanleitung (Band 1), Bodenschutz. - Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam
- MCBRATNEY, A. B., ODEH, I. O. A., BISHOP, T. F. A., DUNBAR, M. S. & T. M. SHATAR (2000): An overview of pedometric techniques for use in soil survey. - Geoderma **97**, S. 293-327, Amsterdam
- MLUR (2001): Landschaftsprogramm Brandenburg (LAPRO). - Ministerium f. Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Potsdam
- MÜLLER, U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz, Dokumentation zur Methodendatenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS). - Niedersächsisches Landesamt f. Bodenforschung, S. 220, Hannover
- RIEK, R., WESSOLEK, G., RENGEL, M. & VETTERLEIN, E. (1995): Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Feldkapazität von Substrathorizontgruppen - eine statistische Auswertung von Labordatenbanken. - Z. Pflanzenern. Bodenk., **158**, S. 485-491, Weinheim
- SCHMIDT, R. & R. JAHN (2004): Statuspapier zum Bearbeitungsstand der Bodengesellschaftssystematik. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. **104**, S. 1-14, Oldenburg
- SENAT-BERLIN (2004): <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/>
- SOLGER, F. (1960): Rote Sande im Dahme-Spree-Gebiet und von Vergleichspunkten. - Märkische Heimat **4**, Nr. 1, S. 20-27, Potsdam
- UTERMANN, J., (KOORDINATOR), GORNY, A., HAUENSTEIN, M., MALESSA, V., MÜLLER, U. & B. SCHEFFER (2000): Labormethoden - Dokumentation, Deutschland. - Geol. Jb., R. G, H. 8, Bundesanstalt f. Geowiss. u. Rohst. u. d. Staatl. Geol. Dienste d. Bundesrepublik, Hannover
- VETTERLEIN, E. (1986): Bodenphysikalische Parameter auf der Grundlage von Substrat-Horizont-Gruppen. - Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, **245**, S. 241-247, Berlin
- WESSOLEK, G. & M. FACKLAM (1997): Standorteigenschaften und Wasserhaushalt von versiegelten Flächen. - Z. Pflanzenern. Bodenk. **160**, S. 41-46, Weinheim
- ZEITZ, J. (1992): Bodenphysikalische Eigenschaften von Substrat-Horizont-Gruppen in landwirtschaftlich genutzten Niedermoo-ren. - Z. Kulturtechn. Landesentwickl., **32**, S. 301-307, Berlin

Anschrift des Autors:
Dr. Albrecht Bauriegel
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Bereich Geologie
Stahnsdorfer Damm 77
14532 Kleinmachnow

Mitteilung aus dem Landesamt No. 194