

Konzept für eine Vereinheitlichung der Bodenkarte 1: 50.000 (BK50)

Bericht im Auftrag des BLA-GEO vom 27./28.09.2006, Königswinter

Ad-hoc-AG Boden
des Bund/Länder-Ausschusses Bodenforschung (BLA-GEO)
Personenkreis „Konzept Bodenkarte 1 : 50.000 (BK50)“

Mitglieder des Personenkreises:

Dr. Albrecht Bauriegel,
Dr. Ulrich Dehner,
Dr. Klaus Friedrich,
Dr. Ernst Gehrt (Leitung),
Michael Goldschmitt,
Dr. Jörg Hartmann,
Ruth Hoffmann,
Dr. Heinz-Peter Schrey

Inhalt

1. KURZFASSUNG	1
2. EINLEITUNG	2
3. RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIE BODENFLÄCHENDATEN IM MAßSTAB 1:50 000	4
3.1. Anforderungen an die Strukturen und Inhalte einer Bodenflächendatenbank	5
3.2. Kriterien zur inhaltlichen und räumlichen Abgrenzung von Kartier- bzw. Bodeneinheiten	8
3.3. Topographischer Bezug und maßstabsbezogene geometrische Regeln	10
3.4. Bodennutzungsdifferenzierung	11
4. ERHEBUNGSVERFAHREN	11
4.1. Übernahme von Karten aus den Maßstäben 1:5.000 bis 1:50.000	11
4.2. Aufbereitung von bodenrelevanten Daten für die Kartierung zur Erstellung von Bodenprognosekarten/Konzeptkarten	12
4.3. Kartierung im Gelände	14
5. QUALITÄT UND DOKUMENTATION.....	15
5.1. Kennzeichnung und Prüfung der Qualität	15
5.2. Beachtung der INSPIRE-Richtlinie	18
5.3. Schulung der Mitarbeiter	18
6. DIE BODENKARTE 1:50.000 (BK50) UND WEITERE THEMATICHE PRODUKTE	19
6.1. Bodenkarte mit Erläuterung	19
6.2. Weitere thematische Karten	19
6.3. Bereitstellung der Produktlinie	20
7. GLOSSAR	21
8. QUELLEN.....	23

1. Kurzfassung

Im Auftrag von BLA-GEO (Bund/Länder-Ausschuss Bodenforschung) und AD-HOC-AG BODEN wurde ein **Konzept für eine Vereinheitlichung der Bodenkarte 1: 50.000 (BK50)** erstellt. Hervorzuheben ist die Unterscheidung der heute üblichen **Bodenflächendaten (BFD)** als Grundlage zur Bereitstellung einer automatisierten Produktlinie mit Daten-, Feature- und Mapserviceprodukten und der Bodenkarte als **Printprodukt (BK)**. Das Konzept zur Vereinheitlichung betrifft im Schwerpunkt die Organisation und die Inhalte der Datengrundlagen. Die Bodenkarte als Printprodukt ist neben anderen thematischen Karten eine Sicht auf diese Datengrundlagen.

Generell gilt, dass das vorgestellte Konzept eine Handlungsempfehlung oder einen Leitfaden darstellt. Für vorliegende Datenbestände kann er als Prüfkatalog zur Anwendung kommen, um die Qualität einzuschätzen und ggf. Handlungsbedarf abzuleiten. Bei der Erstellung von Bodenkarten im Maßstab 1:50.000 kann das Konzept als Grundgerüst dienen.

Die Bearbeitung des Konzeptes erfolgte in mehreren Schritten:

1. Anhand vorgegebener Varianten oder freier Antworten wurde in den beteiligten Ländern die jeweilige Vorgehensweise abgefragt (Selbsteinschätzung).
2. Parallel zur Selbsteinschätzung wurden vorhandene BK50 und verfügbare Konzeptkarten in Bezug auf bestimmte Parameter (räumliche und inhaltliche Auflösung) analysiert. Auf dem Blatt L 4120, das sowohl von Nordrhein-Westfalen als auch von Niedersachsen vorliegt, wurde exemplarisch die Berechnung eines Auswertungsparameters durchgeführt und verglichen.
3. Die Ergebnisse der Abfrage und Auswertungen bildeten die Grundlage für die Erarbeitung des Konzeptes für die Vereinheitlichung der Bodenkarte 1:50.000. Bei der Bearbeitung wurde angestrebt, zu den verschiedenen Kriterien die jeweils möglichen Varianten zu definieren und soweit möglich eine Empfehlung des einfach Machbaren zu geben.

Das Konzept zur Vereinheitlichung von Bodenkarten für den Maßstab 1:50 000 (BK50) gliedert sich in vier Hauptkapitel:

Bodenflächendaten für den Maßstab 1:50.000

In diesem Kapitel werden die generellen Anforderungen für Bodenflächendaten für den Maßstab 1:50.000 besprochen. Dies umfasst die Anforderungen an die Struktur und Inhalte, an die Geometrien der Bodenareale, den topographischen Bezug, maßstabsbezogene geometrische Regeln, das Thema Bodennutzungsdifferenzierung einer Bodenflächendatenbank.

Erhebungsverfahren

Aufgrund der länderspezifischen Datenlage lassen sich keine generellen Regeln für die Erstellung von Bodenkarten im Maßstab 1:50.000 festlegen. Die Analyse zeigt allerdings welche Verfahren zur Anwendung kommen und welche spezifischen Rahmenbedingungen zu beachten sind. Angesprochen werden die Verfahren zur Informationsgewinnung von der Aufbereitung bestehender Unterlagen über die Kartierung im Gelände bis zur Erstellung von Manuskriptkarten.

Dokumentation und Qualität

Hier werden Aussagen darüber getroffen, wie die BK50 zu dokumentieren ist. Dies betrifft die Beschreibung der Datenbankstrukturen, die Kartenerstellung (Nachvollziehbarkeit der Erstellung), der Schlüssel Listen und Inhalte und Aussagen zur Qualität des Produktes und der beschreibenden Parameter.

Bodenkarte 1:50.000 und weitere thematische Produkte

Das abschließende Kapitel enthält Aussagen zu Auswertungsprodukten wie der Bodenkarte mit Erläuterung und Auswertungskarten, sowie der Bereitstellung weiterer Produkte.

2. Einleitung

Mit der Gründung staatlicher geologischer Dienste in Westdeutschland begann in den 50er Jahren die systematische Kartierung in Übersichtmaßstäben und setzte sich in Maßstäben 1:25.000 bis 1:50.000 fort. Seit 1965 gab es eine gemeinsame Kartieranleitung (AG BODENKUNDE 1965). Im Laufe der Zeit wurde diese Kartieranleitung inhaltlich erweitert und weiterentwickelt. Die Umsetzung liegt in der Zuständigkeit der Landesämter. Mitte der 80er entstand das Vorhaben, eine Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:200.000 herauszugeben. Die Erarbeitung erfolgte bundesweit nach dem gleichen Konzept (HARTWICH, R., KRUG, D. & ECKELMANN, W. 1995). Erste gedruckte Blätter erschienen Ende der 90er Jahre. Eine wesentliche Grundlage zur Vereinheitlichung der BÜK200 stellt die Geomorphographische Karte auf Grundlage eines 250 m Höhenrasters dar. Die Erfahrungen aus der BÜK200 werden in diesem Bericht berücksichtigt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die in Tabelle 1 genannten Kartenwerke mit Bezug auf die räumliche und inhaltliche Auswertung analysiert, um eine realistische Einschätzung der Verwendbarkeit und Stellung in Bezug auf die Zielgröße Maßstab 1:50.000 zu erhalten. In Abbildung 1 und Tabelle 2 und 3 sind zusammenfassend die Ergebnisse der Auswertung zusammengestellt. Aus den Ergebnissen ergibt sich die Notwendigkeit dieses Konzeptes.

Tabelle 1: Stand der mittelmaßstäbigen Bodenkartierung in der Bundesrepublik

Quellen: ADLER 2001; aktuelle Angaben der Länder

Bundesland	Fläche km ²	Anz. BK50 (auch Rand- karten)	Anz. BK50 Flächen- äquivalente*	kartierte Karten			
				BK50 Anzahl Blätter / Prozent der Landesfläche	VBK** KBK*** BÜK50**** Prozent	BK 25 Anzahl der Blätter / Prozent der Landesfläche	MMK Prozent der Lan- desfläche
Baden-Württemberg	35.752	91	57	45/53		77/27	
Bayern	70.552	169	113	14		23/7	
Berlin	892	8	1	1/100			
Brandenburg	29.479	88	47	2/3			100
Bremen	404		1			8/100	
Hamburg	755	5	1				
Hessen	21.115	64	34	64/100		33/20	
Mecklenburg-Vorpommern	23.180	72	37		100		100
Niedersachsen	47.624	132	76	89/83	100	144/40	
Nordrhein-Westfalen	34.085	94	55	94/100		18/8	
Rheinland-Pfalz	19.853	58	32	21/44		10/7	
Saarland	2.569	12	4			1/6	
Sachsen	18.416	55	29	36/74			100
Sachsen-Anhalt	20.446	63	33	2/2	100	2/2	100
Schleswig Holstein	15.799	59	25	1/1		80/50	
Thüringen	16.172	50	26	2/6		2/2	100
Bundesrepublik	357093	1020	571				

* BK 50 Flächenäquivalent = Landesfläche / (Fläche der TK50 ca. 25x25 km)

** VBK = Vorläufige Bodenkarte (Sachsen-Anhalt)

*** KBK = Konzeptbodenkarte (Mecklenburg Vorpommern)

**** BÜK50 = Bodenübersichtskarte 1 : 50.000 (Niedersachsen)

Ohne inhaltliche Generalisierung zeigen Bodenkarten in der Regel einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Kartiereinheiten und der Anzahl der Bodeneinheiten (s. Glossar). Durch blattspezifische Kappung der Bodeneinheiten werden Inhalte unterdrückt. Der Anspruch der Blattschnittfreiheit ist dann nicht mehr gegeben.

Tabelle 2: Vorliegende BK50 der Bundesländer mit Angaben zur General-Legende und mittleren blattspezifisch quantitativen Angaben zu den Kartiereinheiten, Bodeneinheiten, Legendeneinheiten und dem optimalen Maßstab (Erläuterungen zu den Spaltenköpfen vgl. Glossar).

Bundesland	General-Legende beschreibt	Anzahl Bodeneinheiten in General-Legende	Mittelwerte			
			Anzahl der Kartiereinheiten pro TK50	Anzahl der Bodeneinheiten pro TK50	Anzahl der Legendeneinheiten pro TK50	Optimaler Maßstab 1:x
Baden-Württemberg	Gesellschaft		2140	122	122	37000
Bayern						
Berlin						
Brandenburg	Gesellschaft		1860	408	58	40700
Bremen						
Hamburg						
Hessen	Gesellschaft	451	2000	59	59	32000
Niedersachsen	Gesellschaft	ca. 7000	1100	137	137	45000
Nordrhein-Westfalen	Gesellschaft		1870	92	36	40000
Mecklenburg-Vorpommern						
Rheinland-Pfalz	Gesellschaft	621 ¹	2610	93	93	34000
Saarland						
Sachsen	Gesellschaft		1820	50	50	46000
Sachsen-Anhalt (VBK)	quasi homogene Bodenform	477	600	64		59000
Schleswig-Holstein	Gesellschaft	ca. 3000				
Thüringen	Gesellschaft		1250	39	40	52000

Der optimale Maßstab ist ein Hilfsmittel, um vorhandene Bodenkarten zu beschreiben. Der errechnete Wert ist eine Hilfsgröße, die keinen Anspruch auf eine absolute Aussage hat. Der Wert ermöglicht einen Vergleich verschiedener Bodenkarten und gibt eine Orientierung in welchem Maßstab eine Karte oder ein Bodenflächendatensatz gut darzustellen wäre.

¹ = für ca. 40 % der Landesfläche

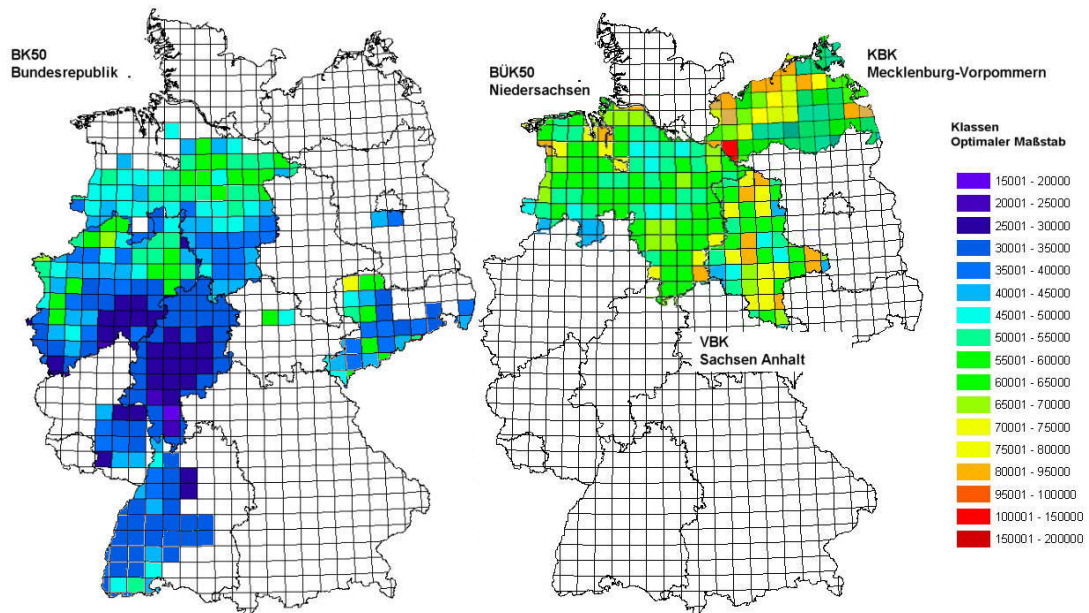


Abbildung 1: Optimaler Maßstab von vorliegenden BK50 in der BK50 in der Bundesrepublik Deutschland (links) im Vergleich zu anderen Bodeninformationen geringerer Auflösung (rechts)

KBK Mecklenburg-Vorpommern = Konzeptbodenkarte
 VBK Sachsen-Anhalt = vorläufige Bodenkarte
 BÜK50 Niedersachsen = Bodenübersichtskarte 1:50.000

Tabelle 3: Zusammenfassung der Ergebnisse der Analyse von Bodenkarten und Konzeptunterlagen

Auflösung Bodenkarten	Bodenkarten haben im optimalen Maßstab in der Regel eine höhere Auflösung als der angegebene Zielmaßstab
	Die BK 1 : 50.000 ist eher eine BK 1 : 25.000
	BÜK 1 : 200.000 ist eher eine BÜK 1 : 150.000
Auflösung Konzept- karten	Konzeptkarten oder Grundlagen für die BK50 sind mit Ausnahme der Ableitungen aus der Bodenschätzung und der Forstlichen Standortkartierung eher geringer auflösend (1 : 50.000 bis 80.000)
	Die geologische Karte 1 : 50.000 von Niedersachsen hat eine Auflösung von ca. 1 : 60.000 (Beispiel)
	Die geomorphographische Karte (GMK) auf Grundlage des digitalen Geländemodells (DGM25 bzw. DGM5) von Niedersachsen entspricht in etwa der Zielvorstellung (1 : 37.000). Die GMK 25 beruht auf einer einheitlichen Auswertungsmethode und ist methodisch und von der Auflösung her blattschnittfrei. Sie ist damit eine sehr gute Grundlage zur Vereinheitlichung und Eichung der BK50.
Grenzentwurf und Auswertungsparameter nFKwe	Der Vergleich der Grenzentwürfe und eines Auswertungsparameters (nFKwe Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen) zeigt: <ul style="list-style-type: none"> • Es liegt keine einheitliche Methode der Grenzziehung vor. • Der Aufbau der Generallegendenprofile ist nicht abgestimmt.

3. Rahmenbedingungen für die Bodenflächendaten im Maßstab 1:50 000

Die Erstellung eines Bodenflächeninformationssystems bedingt eine umfassende Projektplanung und -koordination. Dabei hat sich gezeigt, dass mit der Anzahl der beteiligten Kartierer der Koordinationsaufwand beträchtlich ansteigt. Es ist daher wichtig schon vor Projektbeginn bzw. zu Projektbeginn ein umfassendes Konzept für die Projektdurchführung zu erstellen, das sich an den jeweiligen länderspezifischen Rahmenbedingungen orientiert. Das Konzept ist dabei im Projektverlauf stetig fortzuschreiben und ist für alle Projektmitarbeiter verbindliches Arbeitsinstrument.

In Abbildung 2 sind die wesentlichen Arbeitsschritte zur Projektdurchführung zusammengetragen. Die grünen Pfeile zeigen den fortschreitenden Arbeitsablauf einzelner Arbeitspakete. Die roten Pfeile beinhalten Informationsrückläufe zu vorhergehenden Arbeitspaketen. Hier sind bspw. neue Erkenntnisse der Projektarbeiten im Konzept fortzuschreiben oder Plausibilitätsprüfungen von Arbeitsergebnissen führen zur erneuten Überarbeitung der Grundlagen.

Durch die unterschiedliche Situation der bodenkundlichen Landesaufnahme in den einzelnen Bundesländern orientierten sich das Konzept und die Umsetzung von Bodenflächendaten an verschiedenen Kriterien. Die wichtigsten hierfür sind:

- verfügbare Qualität und Quantität bestehender Datengrundlagen
- verfügbarer Projektzeitraum
- zu bearbeitende Fläche
- Verfügbare Ressourcen für eine Neu- oder Revisionskartierung bzw. Mittel für die Vergabe an Dritte
- Ausbildungsstand der Mitarbeiter
- Verfügbare DV-Werkzeuge und Know-how zur Datenaufbereitung

Darüber hinaus sind möglichst alle Arbeitsunterlagen, Arbeitsschritte und Teilergebnisse sorgfältig zu archivieren. Dies sichert die Nachvollziehbarkeit der Produkte aus den Bodenflächendaten.

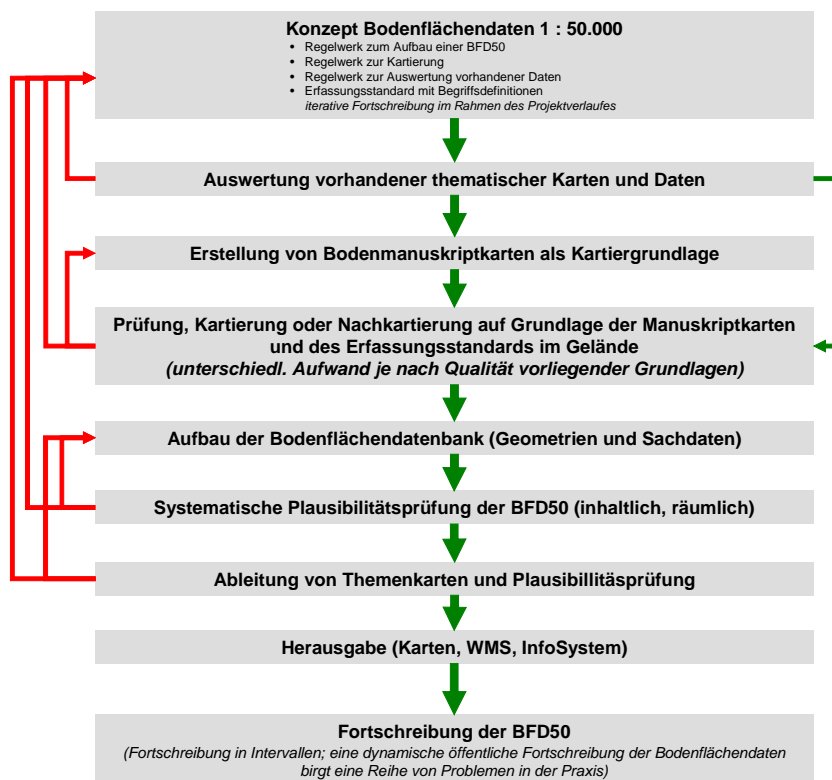


Abbildung 2: Arbeitsablauf zur Erstellung von Bodenflächendaten

3.1. Anforderungen an die Strukturen und Inhalte einer Bodenflächendatenbank

Für die inhaltliche und strukturelle Beschreibung von Bodenflächendatenbanken lassen sich die grundlegenden Anforderungen definieren:

1. Die Bodenflächendaten werden durch **Kartiereinheiten** räumlich beschrieben. Eine Kartiereinheit repräsentiert dabei eine von den Nachbarflächen diskret abgegrenzte Fläche.
2. Eine oder mehrere Kartiereinheiten mit gleichem oder sehr ähnlichem Bodeninventar werden zu einer **Bodeneinheit** zusammengefasst, die in ihrer Ausprägung durch eine **Bodenform** oder **Bodenformengesellschaft** beschrieben wird.
3. Eine Bodenformengesellschaft/Bodengesellschaft wird durch 1 bis n **Bodenformen** mit entsprechenden Vergesellschaftungsattributen beschrieben.
4. Die zugeordneten Bodenformen werden mit Titel-, Schicht- und Horizontdaten als idealisierte Profilbeschreibung oder als real existierende, repräsentative Aufnahme in der Datenbank abgelegt. Eine Bodenform kann dabei mehreren Bodengesellschaften zugeordnet sein. Es ist zu bedenken, dass die Vielzahl der bei der Profilsprache erfassten Parameter es erschwert, unter den real existierenden Profilen ein im Hinblick auf jeden Parameter repräsentatives Profil zu finden. Aus diesem Grund ist idealisierten Profilen (abgeleitet aus den real existierenden) der Vorzug zu geben. Anzustreben ist die Verlinkung zu real existierenden Profilen und Analysedaten.

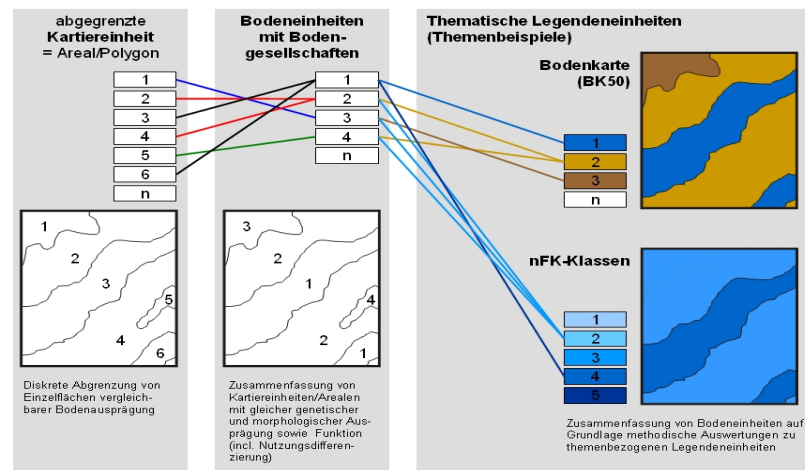


Abbildung 3: Aggregation von Kartiereinheiten zu themenbezogenen Legendeinheiten

- Die Parameter zur Beschreibung der Leit- und Begleitbodenformen sollten einen Mindestdatensatz einhalten, der den Anforderungen der methodischen Auswertung entspricht (AD-HOC-AG BODEN 2000).
- Den Horizont-, Schicht-, und Titeldaten können Laborergebnisse, Kennwerte oder Auswertungen zugeordnet sein. Diese Daten und daraus resultierende Auswertungen können so den Einzelflächen (Kartiereinheiten) zugewiesen und dargestellt werden.
- Die Bodennutzung hat einen wesentlichen Einfluss auf Bodeneigenschaften und -funktionen. Daher hat sich die Beschreibung von Bodenformen für aggregierte Bodennutzungsarten etabliert (Acker, Grünland, Wald, vgl. Kapitel 3.4).

Auswertungskarten werden durch aggregierende Sichten und systematischen Auswertungen auf die Daten der Objekte Horizont bzw. Schicht, Titel und Bodengesellschaft erstellt. So führen z. B. Auswertungen der Bodeneigenschaften zu einer aggregierten Betrachtung der nutzbaren Feldkapazität bis 100 cm in 5 Klassen (vgl. Abbildung 3). Betrachtungen der Bodengenese und des Substrataufbaus führen zu einer aggregierenden Sicht als Bodenkarte – also eine bodengeographische Sicht auf die Bodenflächendaten.

Mehrere gleichberechtigte oder nachrangige Leitbodenformen bedingen eine spezifisch abgestimmte methodische Auswertung auf der Ebene der Bodeneinheit/Bodengesellschaft (vgl. Kap. 6.2). Für die Auswertung einer Flächendatenbank hat es sich als sinnvoll erwiesen, eine nutzungsdifferenzierte Leitbodenform je Bodengesellschaft festzulegen. Komplexere Auswertungen unter Berücksichtigung aller vergesellschafteten Bodenformen (vgl. Kap. 6.2) sind denkbar, werden aber nur selten angewandt. Der Nutzungsdifferenzierung kommt eine besondere Bedeutung zu, da die Nutzung den Profilaufbau und damit auch die Eigenschaften z. T. maßgeblich beeinflusst. Andere Parameter wie z.B. das Klima führen zwar zu unterschiedlichen Eigenschaften, ohne sich direkt im Profilaufbau auszuwirken.

3.1.1. Inhaltliche Differenzierung von flächenbezogenen Profil- und Horizontdaten

Ausgehend von den genannten strukturellen Anforderungen sind Bodeneinheiten durch Flächenbodenformen mit Profil- und Horizontdaten zu beschreiben. Sie entsprechen generalisierten (idealisierten oder typischen) Bodenprofilen. Sie können reale Einzelprofile (i.S. Referenzprofilen) darstellen oder sich als abstraktes Bodenprofil aus Punktdatenbeständen ableiten. Diese dienen der inhaltlichen Kennzeichnung entsprechend der KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005, Tab. 65a) und haben den Charakter von Leit- bzw. Begleitbodenformen.

In Hinblick auf die Konsistenz der Bodenflächendaten müssen systematische Vorgaben und inhaltliche Parameter auf Grundlage der Kartieranleitung festgelegt und konsequent umgesetzt werden. Hierbei geht es weniger um das systematische Niveau als vielmehr um die exakte und vollständige Bereitstellung der Inhalte entsprechend vorhandener Definitionen (ALBRECHT et al. 2005a):

- Horizontfolge und -kürzel müssen den bodensystematischen Einheiten entsprechen.

- Die einzelnen ausgewählten Substratkomponenten müssen vollständig belegt sein.
- Parameter und deren Ausprägung müssen mit den systematischen Kürzeldefinitionen der Horizonte und Substratkomponenten übereinstimmen.

Grundsätzlich ist es sinnvoller, alle Vorgaben konsequent auf einem einheitlich höheren Niveau zu erfüllen, als eine systematisch heterogene Flächendatenbank aufzubauen.

Das inhaltliche Darstellungsniveau (AD-HOC-AG BODEN 2005, S. 36, 327, 333) erfordert für die **flächenbezogenen Profildaten** eine bodensystematische (meist Bodensubtyp) und substratsystematische Kennzeichnung (vertikale Abfolge der Substratgenese und Substratzusammensetzung).

Weitere notwendige Bestandteile der flächenbezogenen Profildaten sind Angaben zu den Wasserverhältnissen (Vernässungstypen) und zur vorherrschenden Bodennutzung.

- Die Vernässungstypen sollten nach Grund-, Stau-, Haft- und Hangnässe differenziert werden. Es sollte möglichst zwischen reliktschen und aktuellen Zuständen und den verschiedenen Vernässungsgraden unterschieden werden.
- Als Klassen der Bodennutzung (Bedeckungsklassen) wird die Untergliederung in Acker, Grünland, Wald und Sondernutzung als hinreichend angesehen (vgl. Kapitel 3.4).

In Korrespondenz zur profilbezogenen Kennzeichnung stehen die Niveaus in der Horizontkennzeichnung. Die Horizont-Substrat-Abfolgen müssen den tiefenbezogenen Geltungsbereich (2 m) beschreiben können.

Die **flächenbezogenen Horizontdaten** bestehen mindestens aus (AD-HOC-AG BODEN 2005, S. 333):

- Horizontsymbol
- Horizont-Obergrenze / -Untergrenze
- Bodenart (Fein- u. Grobbodenart) / Torfart / Festgestein
- Stratigraphie
- Substratgenese
- Bodenausgangsgestein
- Substratart
- Humusgehalt
- Carbonatgehalt
- pH-Wert
- effektive Lagerungsdichte / Substanzvolumen

Für die Anwendung einer Reihe von Auswertungsmethoden bedarf es ggf. weiterer profil- und horizontbezogener Angaben. Bei der Erstellung von Bodenflächendaten sind daher als Mindestdatensatz, die in der Methodendokumentation Bodenkunde (AD-HOC-AG BODEN 2000) verwendeten Datenfelder zu berücksichtigen.

3.1.2. Datentechnische Anforderungen an die beschreibenden Sachdaten

Die Ansprüche an Datenerhebung, Pflege, Recherche und methodische Auswertung erfordern die Datenhaltung in einer strukturierten Bodenflächendatenbank. Die Semantik zur Beschreibung der Sachdaten ist getrennt von der Begriffsdatenbank zu verwalten. Hieraus ergeben sich Konsequenzen für die Datenhaltung:

Sachdaten

1. Für die Ablage der Sachdaten haben sich relationale Datenbanken etabliert. Die in Kapitel 3.1.1 dargelegte inhaltliche Struktur lässt sich mit allen marktgängigen Systemen umsetzen.
2. Die Beschreibung erfolgt mit differenzierten Parametern auf Grundlage der KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005, S. 332f.). Datenbankstruktur, Datenfeldnamen und Dateninhalte sind an der KA 5 auszurichten.
3. Die Sachdaten werden mit den Geometriedaten über Identifikatoren verknüpft. Sie beschreiben die bodenkundlichen Eigenschaften der abgegrenzten Flächen.

4. Es ist eine strukturelle Trennung der Grunddaten der Kartiereinheiten (Kennzeichnung der Kartiereinheit mit zugeordneten Bodenformen) und der aggregierten thematischen Beschreibungen anzustreben. Die Bodenkarte aggregiert dabei im Regelfall ebenfalls unterschiedliche Kartiereinheiten und ist analog zu anderen Auswertungen als thematische Sicht auf die Bodenflächendaten zu sehen (siehe Kapitel 6).

Schlüssellisten

1. Die Beschreibungsparameter der Sachdaten sind nach Möglichkeit mit festen Eingabewerten zu belegen (Schlüssellisten).
Ein Eintrag von Identifikationsnummern der Schlüssellisten (Zeigerwerte) in die Sachdatenbank erleichtert die Pflege und ist daher empfehlenswert. Strukturierte Recherchen und methodische Auswertungen sind nur auf Basis von Schlüssellisten möglich.
2. Hierarchische Schlüssellisten sind strukturell in der Datenbank abzubilden (z.B. durch Referenz auf den übergeordneten Begriff in einer Liste, Kennzeichnung des Rangs).
3. Zur Pflege und Nutzung der Schlüssellisten in verschiedenen Anwendungen empfiehlt sich die Trennung der Begrifflichkeiten und der eigentlich beschreibenden Sachdaten.
Diese Maßnahmen zur Begriffsstrukturierung erleichtern zunächst die Pflege der Datenbank. Andererseits ermöglichen sie bei der Recherche hierarchische Treffermengen. Eine hierarchisch gegliederte Stratigraphie-Liste ermöglicht bspw. das Auffinden aller Horizonte mit tertiären Substraten auch wenn stratigraphische Untereinheiten des Tertiärs in der Sachdatenbank eingetragen sind.

3.2. Kriterien zur inhaltlichen und räumlichen Abgrenzung von Kartier- bzw. Bodeneinheiten

Als Kriterien zur inhaltlichen und räumlichen Abgrenzung von Kartier- und Bodeneinheiten sind sowohl Regeln zur räumlichen Abgrenzung als auch Normen zur inhaltlichen Abgrenzung von Bodeneinheiten zu verstehen.

Für die Abgrenzung und inhaltliche Beschreibung von Kartier- und Bodeneinheiten sind folgende Grundannahmen zu treffen:

- I. Für die blattschnittfreie Kartierung ist ein einheitliches Regelwerk zur Abgrenzung der Kartiereinheiten notwendig. Eine räumliche Differenzierung sollte grundsätzlich nach inhaltlichen Kriterien vorgenommen werden. Bodenlandschaften mit geringer Petrovarianz sind nicht auf einem höheren Niveau zu differenzieren, um bspw. eine einheitliche optische bzw. räumliche Differenzierung zu erreichen.

Tabelle 4: Vorschläge für Kriterien der Bodenarealabgrenzung

Parameter	Kriterien, die zur Abgrenzung führen können
Gestein	<ul style="list-style-type: none"> • Stratigraphie • Bodenart und/oder Lithologie • Genese der Gesteine • Schichtfolgen
Relief	<ul style="list-style-type: none"> • Reliefformen • Reliefparameter (z.B. Neigungsstufen)
Grundwasser/ Stauwasser	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstände • Vernässung
Anthropogene Überprägung	<ul style="list-style-type: none"> • Auftrag • Abtrag • Umbrüche/ Tiefkulturen
Funktionale Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • z.B. Zustandsstufen der Bodenschätzung
Bodentypen	<ul style="list-style-type: none"> • Niveau der bodentypologischen Beschreibung
Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsdifferenzierung (vgl. Kapitel 3.4)

Ein Regelwerk zur Definition der Abgrenzung von Bodenarealen soll konkrete inhaltliche Festlegungen Einheiten enthalten. Die zu definierenden Grenzkriterien sollten so festgelegt werden, dass die resultierenden Areale dem angestrebten Maßstab äquivalent sind.

Gleichfalls obliegt einem solchen Regelwerk, wann und wie räumlich und inhaltlich im Detail abgegrenzt wird. Bspw. sind für die räumliche Abgrenzung von Kartiereinheiten einheitliche Regeln zur Unterdrückung oder Überzeichnung einzelner Flächen (vgl. Abbildung 4), zur Typisierung und zur Generalisierung notwendig.

Auf welcher Informationsgrundlage die Abgrenzung konkret umgesetzt werden kann, ist nach der jeweiligen Datenlage zu entscheiden.

2. Im Sinne der blattschnittsfreien Kartierung und einer einheitlichen Vorgehensweise ist weder blattspezifisch zu generalisieren noch blattspezifisch die Anzahl der Bodeneinheiten zu limitieren.
3. Die Anzahl der Bodeneinheiten kann in Abhängigkeit von der jeweiligen Bodenlandschaft deutlich variieren. Die Auswertung bereits vorliegender BK50-Blätter hat ergeben, dass die Anzahl der Bodeneinheiten in vergleichbaren Landschaften als Folge unterschiedlich intensiver Generalisierungen deutlich variieren. In den Legenden einer BK50 (TK50-Blattschnitt, klassische Darstellung einer Bodenkarte) werden 40 bis 100 Legendeneinheiten als hinreichend angesehen (s. Kapitel 6.1.). In Bodenflächendaten ist die Datengrundlage deutlich differenzierter (bspw. nach Gesichtspunkten der Bodeneigenschaften und -funktionen) zu gestalten. Eine aus den Flächendaten abgeleitete Bodenkarte fasst dann die Bodeneinheiten in aggregierten Legendeneinheiten zusammen.

Hinsichtlich der Differenzierung sind folgende Varianten möglich:

1. Beschreibung jeder einzelnen Kartiereinheit durch individuelle Profile (vergleichbar mit den bestimmenden Grablöchern der Bodenschätzung) und Verknüpfung mit generalisierten Profilen (Ansatz Brandenburg, BAURIEGEL 2004) für die Beschreibung der Bodeneinheiten.
2. Beschreibung der Bodeneinheiten durch generalisierte Profile (idealisierte Flächenbodenformen). Bezogen auf die Fläche einer TK50 können **mehrere hundert verschiedene Bodeneinheiten** ausgehalten werden, um differenzierte Bodeneigenschaften und -funktionen beschreiben zu können. Dies findet sich vor allem dort, wo unterschiedliche Bodenregionen bzw. Bodengroßlandschaften aufeinander treffen.
Für die Erstellung der Profile der Generallegenden ist es notwendig, inhaltliche und formale Regeln zu vereinbaren. So wäre bei im Prinzip gleichen Gesteinen eine Festlegung einer Bodenart oder Gruppen von Bodenarten notwendig. Bei einer Verallgemeinerung der Horizontmächtigkeiten sind festgelegte Tiefenangaben anzustreben.
Ohne eine Abstimmung dieser Parameter können bei Auswertungen aufgrund nicht gewollter Abweichungen Unterschiede in der Bewertung auftreten. In diesem Zusammenhang ist auch die Frage zu klären, welche und wie viele Kartierer die Profilbeschreibungen der Generallegende anlegen. Bei vielen Bearbeitern besteht zumindest die Gefahr individueller Unterschiede ohne realen Hintergrund. Im Prozess wird sich ein individueller Anteil in allen Bereichen nicht gänzlich verhindern lassen. Eine Minimierung dieses Anteils ist aber anzustreben.
3. Die Anzahl der Bodeneinheiten ist gleich der Anzahl der Legendeneinheiten einer Bodenkarte. Hiermit wird die inhaltliche Differenzierung nur auf die Darstellung des Themas Bodenkarte ausgerichtet. Bodenfunktionale Unterschiede bleiben ggf. unberücksichtigt.

Für die Erstellung von Bodenflächendaten ist ein Verfahren nach 2. anzustreben. Die Datenbankstruktur sollte einen Ausbau in Richtung auf Punkt 1 zulassen.

Bodenkarten werden heute im Allgemeinen mit Bodengesellschaften gekennzeichnet (vgl. Kapitel 3.1). Die Auswahl oder Auflistung der vergesellschafteten Bodenformen ist zu regeln. In der Praxis wird eine Auswahl von 1 bis 3, maximal 5 Bodenformen angegeben. Nach SPONAGEL et al. (1999) wären die vergesellschafteten Böden nach ihrer Funktion in der Bodengesellschaft zu kennzeichnen und auszuwählen. Die Funktionen wären in den folgenden Kategorien zu gliedern: Dominanz (Flächenanteil), Alter (jüngster Boden ältester Boden), Funktion (Extremstandorte).

3.3. Topographischer Bezug und maßstabsbezogene geometrische Regeln

Für die Flächengenerierung sind folgende Punkte von Bedeutung:

- Das topographische Bezugssystem (TK50, ATKIS) ist zu dokumentieren. Die Topographie von ATKIS stellt dabei den Standardbezug für die meisten mittelmaßstäbigen Vorhaben dar und ist daher grundsätzlich als Bezugssystem zu favorisieren. Als Koordinatensystem sollte zukünftig in Anlehnung an der Vermessungsverwaltung das EU-einheitliche UTM-Gitter (WGS32) Verwendung finden. Bei der Verwendung von TK50-Scans, die noch nicht auf der ATKIS-Topologie beruhen, kann es dabei jedoch zu räumlichen Abweichungen kommen.
- Die Abgrenzung von Wasserflächen, Aufträgen, Abgrabungen und Siedlungsflächen mit totaler Umgestaltung der Böden sind hieran zu orientieren. Diese Flächen sollten - soweit möglich - bodenkundlich beschrieben (z.B. als eigene Bodeneinheiten) werden. Siedlungsflächen ohne totale Umgestaltung sollten ohne weitere Kenntnisse mit den natürlichen Böden beschrieben werden. Für die Abgrenzung ist die Nutzung aller verfügbaren Quellen sinnvoll.
- Die Polygone beschreiben einen Betrachtungsraum lückenlos, überlappungsfrei und graphisch konsistent. Sie liegen in einer blattschnittfreien Geometrie vor. Das bedeutet:
 - An den Grenzen der Kartenblätter eines Blattschnittes bzw. der Kartierräume treten keine „Verwerfungen“ auf.
 - Bei gleicher Naturraumausstattung müssen räumliche Auflösung, sowie Abgrenzungskriterien vergleichbar sein und dürfen keine methodischen Sprünge aufweisen.
 - Unterschiede in der Quellenlage sollten ausgeglichen und möglichst auch dokumentiert sein.
- Eine geomorphographische Karte kann eine wesentliche Grundlage zur Vereinheitlichung der Bodenflächendaten darstellen. Voraussetzung sind standardisierte Auswertungen auf Grundlage guter digitaler Höhenmodelle mit Rasterweiten von 10 - 25 m. Die Regeln für die Erstellung sind im Prinzip in der KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005, S. 59-65) festgelegt.
- Die Mindestflächengröße einzelner Polygone sollte bei regelmäßig auftretenden Mustern 5 bis 6 ha nicht unterschreiten (Abbildung 4). Das entspricht im Maßstab 1:50.000 einer Kantenlänge von ca. 5 x 5 mm auf der Karte. Bei hohem Kontrast und „seltenen Einheiten“ kann von dieser Mindestflächengröße abgewichen werden (bis 1 - 2 ha). Für linienhaft verlaufende Einheiten (z.B. Gleye) ist eine lichte Weite von mindestens 1 mm erforderlich. Diese Angaben orientieren sich an der gängigen Praxis und unterschreiten z. T. in der Literatur angegebene Werte (vgl. FORBES et al. 1982).






	Minimale Darstellungsgröße bei hohem Kontrast	Minimale Darstellungsgröße
Flächen (runde Form)	 D = 1,5	 D = 4,0
Flächen (ovale Form)	 L = 2,5 B = 1,2	 L = 6,0 B = 3,0
Konforme Linien		 B = 1,0
D = Durchmesser B = Breite (lichte Weite)		L = Länge Angaben in mm

Abbildung 4: Darstellungsgrößen und -arten (nach AD-HOC-AG Geologie 2002 verändert)

- Auf der Fläche einer TK50 sind ohne Nutzungsdifferenzierung im Mittel 1500 bis 2500 Polygone anzustreben. Dies entspricht einer durchschnittlichen Polygongröße von 20 bis 35 ha und einem optimalen Maßstab von ca. 1:35.000 bis 1:55.000. Landschaftsspezifisch kann diese Spanne über- oder unterschritten werden.

3.4. Bodennutzungsdifferenzierung

Klassische Bodenkarten weisen grundsätzlich von der Bodennutzung unabhängige Bodeneinheiten aus. Ausnahmen bilden hier Extremstandorte, die i. d. R. nur einer spezifischen Bodennutzung zugeordnet werden können. Viele Aspekte der bodenfunktionalen Betrachtung sind jedoch durch die nutzungsspezifischen Bodeneigenschaften geprägt. Dies impliziert eine Beschreibung nutzungsdifferenzierter Kartiereinheiten und Bodengesellschaften in der Bodenflächendatenbank. Für die Legendeneinheit des thematischen Auszugs „Bodenkarte“ kann die Nutzungsdifferenzierung wieder im Sinne einer klassischen Bodenkarte aggregiert werden. Für bodenfunktionale Bewertungen stehen dem gegenüber die nutzungsspezifischen Bodeneinheiten zur Auswertung zur Verfügung.

Um den Erhebungs- und Pflegeaufwand möglichst gering zu halten, kann auf bestehende Datengrundlagen zurückgegriffen werden:

- das bundesweit verfügbare Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS)
- die inhaltlich sehr gut strukturierten Corine Landcover-Daten (CORINE 1990 für den angestrebten Maßstabsbereich nicht differenziert genug)
- Color-Infrarot-Befliegungen (CIR) (für den Maßstabsbereich 1:50.000 zu generalisieren)

Attribute zur Bodennutzung sind in ATKIS in unterschiedlichen Objektklassen enthalten, so dass hier auch Mehrfachnennungen für das gleiche Flächenobjekt vorliegen. Bei der Erstellung eines Bodennutzungslayers sind daher ggf. länderspezifisch die Angaben zu Nutzung und Vegetation der ATKIS-Objekte auszuwerten. Die Bodenflächendaten können bei Bedarf mit der Fortschreibung von ATKIS aktualisiert werden. Die urheberrechtlichen Belange der Landesvermessungsämter sind zu berücksichtigen.

Die Bodennutzungsklassen können bei der Erstellung von Bodenmanuskriptkarten schon integraler Bestandteil des Konzeptes sein oder sie werden nach der Erstellung der Grundkarte integriert. Nach den vorliegenden Erfahrungen aus Hessen und Niedersachsen erhöhen sich die Grenzdichte und die Anzahl der Bodeneinheiten um den Faktor 2,5 bis 3. Es ist zu beachten, dass ggf. in den nutzungsdifferenzierten Arealen Abweichungen von der Leitbodenform des Gesamtareals dominieren (vgl. RICHTER et al. 2007, SCHMIDT et al. 1998).

Bei der Integration von Nutzungsinformation während der Erstellung der Manuskriptkarten ergibt sich ein sehr hoher Bearbeitungsaufwand. Bei einer nachträglichen Verschneidung sind die Verfahrensweisen mit Kleinstflächen und mit fachlich unplausiblen Kombinationen von Bodenausprägung und Nutzungsvarianten zu klären.

4. Erhebungsverfahren

Die Erhebung der räumlichen Bodenverteilung ist im Regelfall eine Mischung aus den nachfolgend beschriebenen Verfahren. National, wie auch innerhalb der einzelnen Bundesländer, liegen bereits Bodenerhebungen unterschiedlicher Maßstäbe vor. Diese müssen individuell für ein landesspezifisches Erhebungskonzept hinsichtlich der Bodenflächendaten im Maßstab 1:50.000 beurteilt werden. Daher kommen - ungeachtet des Anspruchs auf einheitliche Bodenflächendaten - häufig verschiedene Datenaufbereitungs- und Kartierverfahren parallel zum Einsatz. Hierbei ist zu bedenken, dass eine inhaltliche Homogenität für das ganze Kartenwerk anzustreben ist (s. Thema Blattschnittfreie Kartiermethoden im Glossar).

4.1. Übernahme von Karten aus den Maßstäben 1:5.000 bis 1:50.000

Oft liegen für den durch eine mittelmaßstäbige Bodenkarte zu beschreibenden Raum schon detaillierte Bodenkarten vor. Diese Informationen werden nach bisheriger Praxis maßstabsabhängig übernommen oder für den Zielmaßstab generalisiert. Bestehende, auch großmaßstäbige Kartierungen können z. T. nur eingeschränkt eingesetzt werden und erfordern ggf. entsprechende Überarbeitungen. Sie sind häufig in der Erhebung und Zielrichtung der Erstellung nicht vergleichbar und für die Umsetzung nur als Hilfsinformation einzusetzen.

4.2. *Aufbereitung von bodenrelevanten Daten für die Kartierung zur Erstellung von Bodenprognosekarten/Konzeptkarten*

Aufgrund der erheblichen Ressourcenbindung für die flächendeckende Kartierung und Erstellung von Bodenflächendaten sind die Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) einiger Bundesländer dazu übergegangen, die Geländearbeit zu Gunsten einer intensivierten Auswertung vorhandener Datenbestände unter Einbeziehung von digitalen Geländemodellen einzuschränken. Ziel sind so genannte Konzeptbodenkarten oder Bodenprognosekarten. Diese Karten dienen in erster Linie der Reduzierung des Kartieraufwandes und der Verdichtung von Informationen. Sie werden aber auch mit bzw. ohne weitere Bearbeitung als Bodenflächendaten mit entsprechender fachlicher Unsicherheit allgemein zugänglich gemacht (z.B. Konzeptbodenkarten). Dies kann letztlich nur als temporäres Zwischenstadium akzeptiert werden.

Die räumliche Verteilung von Böden, deren Eigenschaften und Funktionen, ist von einer Vielzahl von Geofaktoren abhängig. Daher liegt es nahe, zur Vorbereitung der Kartierung oder als Prognoseinstrument unterschiedliche Geodaten methodisch aufzubereiten und hinsichtlich der Bodenverteilung und Bodeneigenschaften zu interpretieren (AD-HOC-AG BODEN 2005,). In Tabelle 5 sind häufig genutzte Grundlagen zusammengetragen und hinsichtlich der Qualität bewertet. Weitere Beispiele für diese Unterlagen sind in der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 2005, Kap. 3.2.1) aufgelistet. Der Einsatz der einzelnen Bausteine, deren Beitrag zur Belegung der Datenfelder (AD-HOC-AG BODEN 2005, S.333, Abbildung 33) und die Arealbildung sollten dokumentiert werden. Die vorhandenen Unterlagen unterscheiden sich hinsichtlich Herkunft, Entstehung, Erhebung, Aktualität und Inhalt. Diese Hintergründe müssen bei der Verwendung für die nachfolgend beschriebenen Erhebungsverfahren berücksichtigt werden.

Tabelle 5: Einschätzungen der Aussagefähigkeit ausgewählter Informationen (vgl. AD-HOC-AG BODEN 2005, S. 29)

Grundlage	Datenart	Aussageschärfe für den Maßstab 1: 50.000	Bemerkung
Reliefdaten (Morphograph./-metrisch)	Raster	hoch; meist hoch	Je nach Bundesland unterschiedlich
Klimadaten	Punkt/Raster	mittel-hoch	muss bundesweit vereinheitlicht werden
Bodennutzung			
ATKIS	Fläche, Linie	hoch	- systematische Erhebung, klare Vorgaben
CORINE 1990	Fläche	gering	25 ha, für 1:50.000 zu gering
CORINE 2000	Fläche	mittel	5 ha, für 1:50.000 bedingt hinreichend
Luftbild	Photo	hoch	
historische Nutzung	Karte	hoch	- kann nur verfügbare Zeitpunkte aufzeigen
Bodenschätzung			
Grablochbeschriebe	Punkt	hoch	- Vorgaben konstant - Bundesweit einheitlich - Interpretation durch Bearbeiter
Klassenfläche	Fläche	hoch	
Forstl. Standortkart.	Fläche	hoch	
Bodenkartierung			
Karte	Fläche	hoch	- Unterschiedl. Maßstäbe und Zielsetzung - keine präzisen, konstanten Vorgaben - Interpretation durch Bearbeiter
Profilaufnahme	Punkt	AG Bodengesellschaften hoch	- z. T. nicht konstante Vorgaben - Interpretation durch Bearbeiter
Labordaten einer Probe	Punkt	hoch	
andere Geodaten			
Geologische Karte	Fläche	hoch	- Z.T. keine präzisen, konstanten Vorgaben - Interpretation durch Bearbeiter
Hydrologische Daten	Punkt und Fläche	hoch	

Bei ausreichender bis guter Datenlage besteht ein wesentlicher Arbeitsaufwand in Auswertung und Generalisierung im Hinblick auf die Erstellung einer Bodenmanuskriptkarte oder der systematischen Bereitstellung von einzelnen bzw. kombinierten Parametern. Für die Aussagesicherheit der späteren Bodenkarte ist es wichtig, zuverlässige Indikatoren für die flächenbezogene Gültigkeit der abgeleiteten Bodeneigenschaften zu

haben. **Die Überprüfung im Gelände dient damit nicht nur der Absicherung der Inhalte, sondern auch der Absicherung der Methodik zur Ableitung der Konzeptkarten.**

Die in Tabelle 5 genannten bodenrelevanten Daten lassen sich mit unterschiedlichen Methoden auswerten. Die wichtigsten Kategorien der Aufbereitung von Konzeptunterlagen sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Als Ergebnisse liegen Darstellungen einzelner oder kombinierter Parameter oder komplexe räumliche Diskretisierungen auf Grundlage multivarianter Verfahren vor.

Tabelle 6: Kategorien von Konzeptunterlagen die in die Kartierung einfließen

<p>I. vorliegende Bodenkarten (analog oder digital)</p> <p>II. Aufbereitete Konzeptunterlagen (Darstellungen von Bodenparametern unterschiedlicher Datengrundlagen)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Räumliche Diskretisierung ohne bodenkundliche Parameter <i>Arealbildung aus dem Relief, Satellitenbilddauswertungen</i> 2. direkte Darstellungen von bodenkundlichen Konzeptinformationen <i>Geologie, Bodenschätzung (BS, Klassenzeichen), MMK, Standortkartierung</i> 3. Regionalisierung von bodenkundlich relevanten Einzelparametern <ol style="list-style-type: none"> a) Indirekte Parameter <i>Erosions-Akkumulations-Bilanz, Erosion 3D, Wetness Index</i> b) direkte Parameter aus Kartierungen <i>Bodenart (z.B. aus BS), Ausgangsgestein (z.B. aus Geol. Karte)</i> c) Einzelparameter aus Modellen <i>Ableitung Grundwasserstände (Höhenmodelle, Fließgewässer, Ableitung von C-org</i> <p>III. Digitale Bodenkartierung - Rechnergestützte räumliche Bodenprognose auf Grundlage von vorhandenen Informationen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Expertensystem zur Zusammenstellung aus vorhandenen Unterlagen (KLEEFISCH, 1993, wird zurzeit nicht mehr weiter verfolgt) 2. Neuronale Netze und Entscheidungsbäume (BEHRENS et al. 2005) 3. Multivariate Segmentierung (FRIEDRICH 1996; MÖLLER et al. 2008) 4. Fuzzysset-Prognosen (FRIEDRICH et al. 2002; HANNEMANN & HERING 2001) 5. n-dimensionales Kriging (BOCK & KÖTHE 2005; DOBLER 2005)
--

Die Rubriken I. und II. repräsentieren nur Teilaspekte der Bodenprognose. Diese Auswertungen sind einfacher zu interpretieren und auf Plausibilität zu prüfen, können aber auch nur Teilaspekte der räumlichen Bodenverbreitung aufzeigen. Somit eignen sich diese als Grundlage für eine weiterführende Flächenkartierung. Die Darstellung von Teilthemen, als Auszug aus den vorhandenen Unterlagen, hat den Vorteil, dass diese einfacher zu überblicken und auf Plausibilität zu prüfen sind. Das Gleiche gilt für modellierte Einzelparameter. Zudem ist festzustellen, dass nicht alle Teilinformationen einer Quelle die gleiche Qualität haben. So sind die Angaben der Bodenschätzung zur Bodenart etwa vergleichbar mit den heutigen Kartierungen. In Bezug auf z. B. die Grund- und Stauwassermerkmale muss dagegen um 20 % gerechnet werden (SCHRADER 2005).

In Rubrik III sind wichtige komplexe Methoden zusammengestellt, die für eine Bodenprognose unter Berücksichtigung wesentlicher Standortparameter eingesetzt werden können. Die Erstellung einer Konzeptbodenkarte aus den vorhandenen Unterlagen gehört zu den komplexeren Methoden. Komplexe Konzeptbodenkarten haben den Vorteil, dass sie der Zielvorstellung nahe kommen, die Ergebnisse sind aber schwerer nachvollziehbar.

In jüngerer Zeit haben sich Verfahren etabliert, die auf Grundlage von Trainingsgebieten räumliche Bodenverhältnisse in vergleichbare Bodenlandschaften übertragen (Neuronale Netze, Entscheidungsbäume). Hierzu werden Geologische Karten, Reliefparameter u.a. ausgewertet und die erkannten Zusammenhänge auf neue Betrachtungsräume extrapoliert. Dafür sollten die verwendeten Eingangsdaten die wesentlichen Faktoren der räumlichen Bodenausprägung repräsentieren. Es sind folgende Punkte zu beachten:

- Durch die Modelle wird vorhandenes Wissen auf bisher unbeschriebene Flächen übertragen. Dies setzt eine abgesicherte Gleichwertigkeit bzw. adäquate Gewichtung aller flächenbezogenen Eingangsdaten voraus.
- Diese Gleichwertigkeit muss durch Sondierungen im Gelände abgesichert werden. Das eingesetzte Verfahren muss zudem gewährleisten, dass neue Standortkomplexe erkannt und entsprechend markiert werden. Die Zuordnung von Bodeninformationen zu diesen Flächen kann nur durch Geländearbeit erfolgen.

- Nach den vorliegenden Erfahrungen geht mit der Übertragung im Regelfall eine räumliche Generalisierung einher, d.h. die inter- bzw. extrapolierten Polygone haben eine geringere räumliche Auflösung.
- Die Verfahren ermöglichen die Bearbeitung großer Gebiete in vergleichsweise kurzer Zeit. **Zwingend ist eine Kontrolle zumindest im Sinne der Übersichtskartierung.**

Je nach Datenlage, Bodenlandschaft und methodischer Kenntnisse zeigen die Verfahren Vor- und Nachteile in der Anwendung.

4.3. Kartierung im Gelände

Für die Geländeaufnahme gilt die aktuelle Bodenkundliche Kartieranleitung, die landesspezifisch oft durch konkretisierende Kartierrichtlinien ergänzt wird. Die Anzahl der Bohrungen richtet sich nach der Datenlage für die Konzeptkarten, nach der Zielrichtung der Untersuchung und der Variabilität der Bodenparameter im Kartiergebiet. Tabelle 7 gibt eine Übersicht zu möglichen Zielen der Kartierung im Gelände und der jeweiligen Bohrintensität bezogen auf ein TK50-Blatt bei verschiedenen Datenvoraussetzungen. Die Bohrinformationen, insbesondere die zur fachlichen Vergleichbarkeit einbezogenen Altbohrungen, sind ggf. als Bohrpunktarten mit Erläuterung sowie für einbezogene großmaßstäbige Bodenkartierungen zu dokumentieren.

Übersichtskartierung: Bei guter Datenlage ist eine Übersichtskartierung nach ausgewählten Schwerpunkten zur Klärung offener Fragen als hinreichend anzusehen. Ziele wären die Prüfung unbekannter Böden und Bodengesellschaften (Einzelfallprüfung), die Prüfung von Inkonsistenzen nach der vorliegenden Informationslage (Einzelfallprüfung), die Qualitätsprüfung bereits vorliegender Bodenerhebungen im Hinblick auf das Konzept (exemplarische Prüfung), die Qualitätsprüfung und/oder inhaltliche Überarbeitung von Bodenprognosekarten (exemplarische Prüfung) oder das Feststellen der generellen Richtung der Bodenentwicklung auf ausgewählten Substraten. Hier wäre ggf. nach dem Konzept der Großcatenen (HAASE 1978) zu klären, welches die Hauptrichtung der Bodenentwicklung in dem zu kartierendem Raum ist. Sollte die Übersichtskartierung grundsätzliche Probleme aufzeigen, so ist ggf. eine Überarbeitung der Konzeptunterlagen oder eine systematische Neukartierung erforderlich.

Validierung der idealisierten Leitprofile durch Geländeaufnahmen und Analysedaten: Zur Absicherung der generalisierten Profile der Bodeneinheiten ist es sinnvoll, Leitprofile gezielt mit Geländeaufnahmen und letztlich auch mit Analysedaten zu hinterlegen. Dieses sollte zumindest für Bodeneinheiten mit großer Verbreitung erfolgen. Wichtig ist dabei eine ausreichende räumliche Repräsentanz (vgl. z. B. WILLENBOCKEL 1992). Die blattspezifische Untersuchung von Leitprofilen tritt dahinter zurück.

Tabelle 7: Ziele der Kartierung im Gelände in aufsteigender Intensität

Ziel	Anzahl der Bohrungen je TK50-Blatt	Anzahl der Bohrungen km ²	Beschreibung
Übersichtskartierung Feststellen genereller Richtung der Bodenentwicklung (Großcatenaansatz von HAASE et al. 1978) Kontrolle nicht plausibler oder unbekannter Einheiten <50	unter 100	<0,1	sehr wenige
Validierung der idealisierten Leitprofile oder der vorkommenden Bodeneinheiten 3 bis 5 Bohrungen, bzw. Schürfe je Bodeneinheit	100 - 500	0,1 - 1	wenige
Intensive Erfassung der vorkommenden Bodenformen, Erfassung der Bodengesellschaft, exemplarische Kontrolle der Abgrenzungen	500 bis 2000	1-3	mittel
Kartierung mit geringer Vorinformation	2000-4000	3-6	viele

Intensive Erfassung der vorkommenden Bodenformen, Bodengesellschaften und exemplarische Kontrolle der Abgrenzungen: Hierunter ist im Kern die konventionelle Kartierung zu verstehen. Unter Berücksichtigung von Vorinformationen werden vergleichsweise viele Bohrungen in guter räumlicher Verteilung, mit dem Ziel alle wesentlichen Bodeneinheiten zu erfassen, abgeteuft. Dabei werden lokal die Grenzen der Konzeptunterlagen geprüft, ggf. korrigiert oder ergänzt. Dieses Verfahren greift insbesondere dort, wo die

Konzeptunterlagen unsicher oder nicht ausreichend sind. Für die Erfassung der Bodengesellschaft ist in ausreichend großen Arealen eine größere Anzahl von Bohrungen zu setzen. Diese sollen repräsentativ verteilt sein. Die Vorbereitung und Auswahl der Bohrpunkte kann z.B. durch höher auflösende Konzeptunterlagen (Relief, Bodenschätzung) unterstützt werden.

Bohrungen zur Arealabgrenzung mit geringer Vorinformation: In Gebieten mit nur geringer Vorinformation ist eine Kartierung wie sie konventionell für die BK25 zum Einsatz kam, durchzuführen. Sinnvoll wären hier zumindest eine differenzierte Reliefauswertung und die Erschließung von geologischen Informationen. Letztere sind insbesondere für Einheiten notwendig, die nicht in der Oberflächenform zum Ausdruck kommen (z.B. Geschiebelehmvorkommen, Verwerfungen mit scharfem Wechsel der Gesteine, usw.). Die Ermittlung von Bodengrenzen durch Bohrungen ist aufgrund des hohen Aufwandes nur in Ausnahmefällen sinnvoll. So wären für die Absicherung der Grenzen einer Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 über 160.000 Bohrungen notwendig (MÜLLER & BÖTTCHER 1987). Diese Abschätzung beruht auf der Umkehrung des geostatistischen Ansatzes, bei dem über Semivariogramme Aussagen zur Dichte und Reichweite der Interpolation und damit der Grenzdichte getroffen werden können. Die Autoren haben die Grenzdichten der Bodenkarten ermittelt und darauf beruhend die Anzahl der notwendigen Bohrungen berechnet, die zur Konstruktion der Grenzen notwendig wären. In Detailgebieten sind z.B. geophysikalische Messverfahren, wie sie z.B. für Hofbodenkarten (precision farming) zur Anwendung kommen, effizienter.

5. Qualität und Dokumentation

5.1. *Kennzeichnung und Prüfung der Qualität*

Die Dokumentation der Bodenflächendaten dient der Beschreibung, Qualitätsprüfung und Qualitätssicherung. Ziele der Dokumentation sind die Veröffentlichung der Ergebnisse für den Nutzer (Qualitätsbeschreibung) und damit ggf. die vergleichende Einschätzung der jeweils vorhandenen Bodenflächendaten im Land und länderübergreifend. Das Auffinden von Schwachstellen ist Voraussetzung für Weiterentwicklungen.

Aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlagen, Ressourcen und Projektzeiträume in den einzelnen Ländern ergeben sich bei der praktischen Realisierung unterschiedliche Erhebungs- und damit Qualitätsansprüche an eine Bodenflächendatenbank. Diese sollten entsprechend dokumentiert und auf ihre Einsatzmöglichkeiten hingewiesen werden. Die Begrifflichkeiten „Bodenprognosekarte“, „Bodenkonzeptkarte“, „Bodenübersichts- und Bodenkarte“ werden derzeit bundesweit für qualitativ unterschiedliche „Produkte“ verwendet.

Die in Tabelle 8 aufgelisteten Qualitätskriterien für Bodenkarten entsprechen in Teilen den vorstehenden Definitionen und Gliederungspunkten (Kapitel 3). Es wurde definiert, welche Rahmenbedingungen oder Ansprüche die Bodenflächendaten im Maßstab 1:50.000 erfüllen sollte. Im Nachlauf an die Erstellung ist es sinnvoll, das Produkt oder Produktteile in Bezug auf die vorgegebenen Kriterien zu beschreiben. Die fertigen Bodenflächendaten sollten vor der Weiterverwendung bzw. Veröffentlichung einer Plausibilitäts- und Konsistenzkontrolle nach den in Tabelle 8 genannten Kategorien unterzogen werden. Soweit dies noch nicht in Kapitel 3 geschehen ist, werden die gekennzeichneten Punkte anschließend erläutert.

Tabelle 8: Prüfliste für die Bodenflächendaten im Maßstab 1:50.000

Dokumen- tation	Prozessbeschreibung, Nachvollziehbarkeit der Erstellung	<p>Dokumentation und Bewertung der Informationsquellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • verwendete Information (Geologische Karte, Reliefauswertung, Bodennutzung, Bodenschätzung, Forstliche Standortskartierung, usw.) • Beschreibung der räumlichen Auflösung der Informationsquellen • Beschreibung der inhaltlichen Qualität der Informationsquellen. Bei der Einschätzung der Qualität von komplexen Konzeptdaten stellte sich heraus, dass es Sinn macht, nicht eine Informationsebene insgesamt, sondern Teilthemen dieser Informationsebene (z.B. Bodenarten, Substrate, Bodentypen, Grundwasserstände) getrennt zu bewerten. Damit werden dann die Stärken und Schwächen der Teilthemen offengelegt. • Aktualität der Informationsquellen • Dokumentation der zeitlichen Gültigkeit der Erstellungsunterlagen <p>Veröffentlichung der Anweisungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anweisungen zur Auswertung der Informationsgrundlagen • Anweisungen zur Erstellung der Konzeptkarten • Anweisung zur Manuskriptkartenerstellung incl. der Abgrenzungskriterien und Generalisierungsvorschriften <p>Flächenbezogenen Profil- und Horizontdaten (Generallegende)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Entstehung der Profile • Beschreibung der inhaltlichen Differenzierung <p>Erstellungskosten (intern)</p>
	Nutzungsdifferenzierung	Beschreibung des Vorgehens
	Dokumentation des Produktes	Aufbau der Bodenflächendaten und Beschreibung der Datenbankstrukturen Beschreibung des Themas Bodenkarte
	Fachliche Dokumentation	Fachliche Erläuterung, Beschreibung der Bodengroßlandschaften Hinweise auf blatt- oder regionsspezifische Besonderheiten
	Parameter	Räumliche Auflösung Inhaltliche Auflösung
Differenziertheit der Beschreibung		Dokumentation des Niveaus der Beschreibung <ul style="list-style-type: none"> • Subtyp, Typ, Haupttyp bei Böden, Substraten, Bodenarten • Klassen • metrische Angaben
Übereinstimmung mit Standards		<ul style="list-style-type: none"> • Für länderübergreifend geregelte Sachverhalte sollte auf die entsprechenden Standards verwiesen werden (z.B. AD-HOC-AG BODEN 2005). • Für den Anwender ist es vorteilhaft, wenn die länderspezifischen Standards und Besonderheiten in einer Übersicht zu erkennen sind. • Prüfung und Dokumentation der formalen Richtigkeit (Übereinstimmung zu verwendeten Schlüssellisten) • Erläuterung der verwendeten Kürzel • Plausibilität und Richtigkeit der Relationen (z.B. Horizont - Bodentyp, Nutzung – Bodentyp)
Aktualität		Beschreibung der Aktualität auf Grundlage der Eingangsinformationen
Validie- rung	Inhalte	Für verbreitete Bodeneinheiten sollte eine Prüfung mit vorhandenen oder neuen Bohrungen vorgenommen werden. Diese sind über repräsentative, laboranalytisch untersuchte Leitprofile abzusichern.
	Kartiereinheiten	Hinweise zur Qualitätssicherung – Dokumentation der angewendeten Qualitätssicherungsverfahren und räumlich differenzierte Bewertung der Datengrundlagen und Produkte
Themati- sche Produkte	Dokumentation Thema Bodenkarte	Aufbau der Karte und Prinzip der Beschreibung von Legendeneinheiten
	Dokumentation themati- scher Auswertungen	Beschreibung der Auswertungsmethoden
Kunden- bezogene Kriterien	Verfügbarkeit	Dokumentation der aktuell verfügbaren Daten/Karten
	Brauchbarkeit für den Nutzer	Spezifische Hinweise zur Nutzbarkeit
	Verständlichkeit der Information	durch Befragung prüfen
	Kosten der Abgabe	Preisliste
Kundenzufriedenheit	ist durch Befragungen zu ermitteln	

Validierung der Kartiereinheiten und Qualitätsbeschreibung

Für die Aussagesicherheit der Bodenflächendaten ist es wichtig, zuverlässige Indikatoren für die Gültigkeit der Abgrenzung zu haben. Zu diesem Punkt liegen keine eingeführten und allgemein akzeptierten Methoden vor. Die folgende Aufstellung gibt Hinweise auf mögliche Verfahren:

Überprüfung der Kartiereinheiten:

- **Test mit mathematisch-statistischen Verfahren**

Eine Möglichkeit der Qualitätsbeschreibung führt über die Nutzung mathematisch-statistischer Verfahren, die auch bei der digitalen Bodenkartierung zum Einsatz kommen können (Tabelle 6). Diese Methoden zur Entwicklung von Konzeptkarten arbeiten nach einfachen, eindeutig nachvollziehbaren Regeln und führen zu reproduzierbaren Ergebnissen. Die einzelnen Eingangsinformationen und Regeln unterscheiden sich in Abhängigkeit der betrachteten Landschaft. Soweit sie deterministisch sind, ist leicht zu prüfen, ob die kartierten Einheiten der Erwartungshaltung entsprechen und wie groß die Abweichung ist. Ein Beispiel eines solchen Tests wurde in der Arbeit von HARTMANN et al. (2005) zur Schwarzerdeverbreitung in Sachsen-Anhalt dargestellt.

Nicht deterministische Verfahren wie z.B. neuronale Netze erlauben keine Prüfung von konkreten Faktoren oder Merkmalen. Die Reproduktion einer Karte mit „gelernten“ Algorithmen erlaubt Aussagen zu unplausiblen Bereichen. In vergleichbaren Landschaften können z.B. für den länderübergreifenden Vergleich unterschiedliche Kartierkonzepte für das Produkt verglichen werden.

- **Konformität zu anderen Sachdaten**

Das Thema Konformität zu anderen Daten ist sensibel und komplex. Einerseits fließen die Informationen zu bodenkundlich relevanten Sachverhalten über die Konzeptkarten in die Bodenflächendaten ein. In dem Kartierungsprozess werden die verschiedenen Informationsebenen abgeglichen und bewertet. Bei inkonsistenten Aussagen der Informationen ist eine begründete Entscheidung herbeizuführen. Mögliche Erklärungen sind:

- **Unterschiedlicher Kenntnisstand**

Für die Beurteilung dieses Punktes ist die Kenntnis der Qualität der Informationsquelle (Methode der Erhebung, Erhebungsdichte etc.) Voraussetzung.

- **Unterschiedliche Aktualität**

Das Alter der jeweiligen Aufnahme ist zu berücksichtigen und ggf. nach Alter der Unterlagen zu gewichten.

- **Verschiedene Maßstäbe**

Bodenkarten unterschiedlicher Maßstäbe zeigen nicht nur einen mit dem Maßstab und der damit wachsenden Morphologiebindung wachsenden Kurvenbestand (Mandelbrot-Effekt), sondern auch eine Disaggregation (siehe (AD-HOC-AG BODEN 2005, Kapitel 6.1 bis 6.4). Dem zur Folge sind die Inhalte nicht nur zunehmend differenzierter und auf einem konkreteren, typologischen, substratsystematischen sowie bodenartigen Niveau beschrieben, sondern führen auch – je nach Art und Schwerpunkt der Generalisierung für kleinere Maßstäbe – im Einzelfall zu gänzlich anderen Aussagen. Die notwendige inhaltliche Abstimmung gilt dann als nicht mehr gegeben, wenn die Karten größerer Maßstäbe nicht in einheitlicher Weise in die Karten kleinerer Maßstäbe überführt werden könnten. Dann sollten die Gründe dafür dokumentiert sein

- **Verschiedene Darstellungsschwerpunkte**

Unterschiede dieser Kategorie sind meist schon in der Zielsetzung der Kartierungen begründet. So ist es plausibel, dass in der geologischen Karte eher die Inhalte mit zunehmender Tiefe intensiver betrachtet und beschrieben werden. In der Bodenkarte wird dagegen mit der Nähe zur Oberfläche die Beschreibung differenzierter.

- **Grundsätzliche Auffassungsunterschiede**

Unterschiede dieser Kategorie lassen sich in letzter Konsequenz nur durch Geländeprüfung auflösen.

Unabhängig von der Art oder Begründung einer Abweichung ist der Grad der Abweichung ein Maß für die Qualität. Hinter dieser Aussage steht die Feststellung, dass räumliche Darstellungen der Boden-, Wasser- oder Gesteinsverbreitung in den mittleren und großen Maßstäben immer Modelle der Realität sind. Mit dem zunehmenden Grad der Übereinstimmung verschiedener Modelle kann davon ausgegangen werden, dass die Sicherheit der Information steigt. Der Grad der Abweichung zu den Informationsebenen ist somit eine Information zur Qualität der Daten. Andererseits ist eine große Abweichung nicht Zeichen für eine mangelnde Qualität. Darin zeigt sich vielmehr, dass das Wissen über eine Region oder einen Sachverhalt nicht konsolidiert ist. Es ist daher sinnvoll, den Grad der Übereinstimmung der Konzeptdaten zu den fertigen Bodenflächendaten zu beschreiben.

5.2. *Beachtung der INSPIRE-Richtlinie*

INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe – ist eine EU-Richtlinie (2007/2EG), die am 15.05.2007 in Kraft getreten ist. Damit wurden die Voraussetzungen für den Aufbau einer europäischen Geodateninfrastruktur geschaffen. Ziel der INSPIRE-Richtlinie ist es, qualitativ hochwertige Geodaten aus den Behörden der Mitgliedstaaten unter einheitlichen Bedingungen zugänglich zu machen. Mit dem Inkrafttreten des [Gesetzes über den Zugang zu digitalen Geodaten](http://bundesrecht.juris.de/geozg/index.html) (<http://bundesrecht.juris.de/geozg/index.html>) am 14. Februar 2009 wurde die INSPIRE-Richtlinie fristgerecht auf Bundesebene in nationales Recht umgesetzt. Aus verfassungsrechtlichen Gründen müssen die Länder jeweils eigene Landesgesetze erlassen. Zum Stand der Umsetzung in den Ländern sei auf die GDI-Webseite verwiesen (http://www.gdi-de.org/de/inspire/c_organisation.html).

Darüber hinaus erfolgt auf europäischer Ebene in den nächsten fünf Jahren eine fachlich-inhaltliche und technische Konkretisierung der Richtlinie mittels Durchführungsbestimmungen. Entwürfe hierzu werden von so genannten Drafting Teams erarbeitet. Eine Übersicht zu zum Stand der INSPIRE-Umsetzung ist unter folgender Site zu finden: http://www.gdi-de.org/de/inspire/f_inspire.html.

Bei der Offenlegung der BK50-Produkte sind die aktuellen Durchführungsbestimmungen unbedingt unter Wahrung der weiterführenden Länderbestimmungen (Geodaten und Datenschutz) zu beachten. Bei Beachtung der in den Kapitel 3, 5 und 6 beschriebenen Empfehlungen, sollte eine INSPIRE-konforme Offenlegung der Daten keine Probleme bereiten.

5.3. *Schulung der Mitarbeiter*

5.3.1. *Geländearbeit und Kartierung*

Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Bearbeiter von Bodenkarten für die Aufgabe ausreichend geschult sind. Die Praxis zeigt aber, dass sowohl bei Standards wie der Bodenprofilansprache (nach AD-HOC-AG BODEN 2005, KA5), bei Kartenerstellung und bei länderspezifischen Anweisungen ein Ausbildungsbedarf besteht. Darüber hinaus ist festzustellen, dass in Bezug auf einige Punkte keine allgemeingültigen Materialien zur Schulung vorliegen (s. u.). Folgende Punkte sind zur Schulung der Kartierern zu fördern:

- regelmäßige, etwa jährliche Befahrungen der Kartierer mit Ansprache der laboranalytisch unterlegten Bodenprofile im Gelände
- ein routinierter Abgleich von Fingerprobe und Skelettgehaltsschätzung anhand von Messwerten
- fortlaufende Schulungen mit Ansprache neuer oder seltener Fachinhalte

5.3.2. *Manuskriptkartenerstellung*

Neben der Schulung in der Geländearbeit ist es von großer Bedeutung, auch den Prozess der Manuskriptkartenerstellung durch Schulungen zu begleiten. Gerade in diesem Bereich gibt es weder eine ausreichende Ausbildung noch einschlägige Lehrbücher. In diesem Kontext müssen rein formale Regeln (Manuskriptkartenmaßstab, Stifte, Strichstärken und Farben für neue Grenzen und Löschungen und Qualitätsanforderungen der Kartographie), einfache Regeln der Linienführung (z.B. Abgrenzung natürlicher (rund) oder anthropogener Bodeneinheiten (eckig) usw.) festgelegt werden. Im Einzelnen sind folgende Punkte zu beachten:

- Möglichkeiten der Aufbereitung und Erstellung von Kartierunterlagen
- Regeln zur Arealabgrenzung
- Umgang mit den verschiedenen Kartengrundlagen mit sinnlichem Inhalt aber widersprüchlichen Aussagen (Interpretationsmöglichkeiten und –grenzen, Ranking)
- Kartographische Regeln
- Handwerkliche Qualitätssicherung bei der Reinzeichnung

6. Die Bodenkarte 1:50.000 (BK50) und weitere thematische Produkte

Wie beschrieben liefern die Bodenflächendaten eine möglichst differenzierte Beschreibung des Bodenaufbaus sowie der Bodeneigenschaften und -funktionen. Diese dienen als Grundlage für verschiedene thematische Sichten. Der Thematische Auszug Bodenkarte steht somit strukturell auf gleicher Stufe zu den thematischen Sichten Feldkapazität, Erodierbarkeit des Oberbodens, Ertragspotential des Bodens u.s.w. Die Bodenkarte stellt dabei aber eine der komplexesten thematischen Sichten mit sehr umfassendem Informationsgehalt dar, was eine gesonderte Betrachtung im folgenden Kapitel erfordert. Weiterführende Auswertungen beruhen im Wesentlichen auf der Methodendokumentation Bodenkunde (AD-HOC-AG Boden 2000), so dass in Kap. 6.2. nur der Bezug zu den Bodenflächendaten hergeleitet wird.

6.1. *Bodenkarte mit Erläuterung*

Der Aufbau und die Ausgabe einer Bodenkarte aus den Bodenflächendaten bedürfen aufgrund der sehr komplexen Inhalte der Legende einer gesonderten Betrachtung. Die zu beschreibenden Parameter der Legende sind an Kap. 4.5 der KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005) zu orientieren: „Bei der bodenkundlichen Landesaufnahme (1:25 000 und 1:50.000, mittelmaßstäbige Karten) erfolgt die Benennung der Legendeneinheit in der Regel nach dem Leitboden, für den einerseits die bodensystematische Kennzeichnung (meist Bodensubtyp), andererseits die substratsystematische Kennzeichnung (vertikale Abfolge der Substratgenese und -zusammensetzung) genannt werden. Die Legendeneinheiten im mittleren Maßstab beschreiben Bodenformengesellschaften. In der Blattlegende können die Legendeneinheiten z. B. nach landschaftlicher Zugehörigkeit oder nach Substratmerkmalen geordnet werden“ (AD-HOC-AG BODEN 2005, S. 36). Dabei müssen die wesentlichen Elemente des Bodenaufbaus hinsichtlich der bodengeographischen aber auch der bodenfunktionalen Differenzierung für den Maßstab 1:50.000 Berücksichtigung finden.

Die Legendeneinheiten sollten entsprechend der genannten Vorgaben beschrieben und hierarchisch aggregiert sein. Hierzu zählen auch Angaben zur Bodenvergesellschaftung (Flächenanteil, Verteilungsmuster). Die Anzahl der einer Legendeneinheit zugeordneten Bodenformenbeschreibungen (Leit- und Begleitprofile) kann je nach Bodenlandschaft und der räumlichen Vergesellschaftung sehr unterschiedlich sein. Begleitbodenformen und ggf. assoziierte Bodenformen (nachrangig) sollten in der Anzahl begrenzt sein, um die Einheit im gesamten für den Nutzer noch fassbar zu halten. Bei der Beschreibung der einzelnen Legendeneinheiten sollte auf gleiche inhaltliche Tiefe geachtet werden.

Die ausführlichen Beschreibungen der Bodenformen können in der Kartenlegende nicht präsentiert, sondern allenfalls referenziert werden (ggf. durch die Nennung von Bodenformen-IDs). Sie können bei der gedruckten Ausgabe Bestandteil der Erläuterungen sein (vgl. HESS LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 2002). Beim Zugang mittels geographischer Informationssysteme können die detaillierten Sachdaten mit Datenmasken zugänglich gemacht werden (z.B. <http://bodenviewer.hessen.de/>; <http://memas01.lbeg.de/lucidamap/index.asp?>

Wie beschrieben ist eine blattschnittfreie, landesweit einheitlich strukturierte Generallegende anzustreben. Die Kartendarstellung eines Blattes stellt einen Auszug aus der Generallegende dar. Die Aggregation von Bodeneinheiten und die Beschreibung der Legendeneinheiten für eine Bodenkarte kann in Abhängigkeit der Datengrundlage voll automatisiert oder manuell nach standardisierter Vorgehensweise erfolgen. Im Prinzip kann das Printprodukt relativ frei gestaltet werden. Es wird angeregt, bei der Ausgabe sowohl eine blattspezifische wie auch die Generallegendennummer abzubilden, um auch analog blattübergreifend mit einem Kartenwerk arbeiten zu können.

6.2. *Weitere thematische Karten*

Im Gegensatz zu den Bodenkarten besitzen die Auswertungskarten in den meisten Fällen einfach strukturierte Legenden, die in der Regel auf berechneten Kennwerten und deren Klassifikation (z.B. "Ampelkarten") beruhen. Eine übersichtliche Gegenüberstellung und Bewertung der in den unterschiedlichen Planungsebenen und Maßstabsbereichen angewandten Methoden findet sich im Methoden katalog Bodenfunktionsbewertung (PERSONENKREIS BODENFUNKTIONSBEWERTUNG 2007).

Die Ermittlung der Kennwerte erfolgt i. d. R. nach festgelegten Algorithmen auf den Horizont-, Schicht- oder Profildaten der Bodenformen. Sie basiert auf Kennwerttabellen entsprechender Regelwerke (AD-HOC-AG BODEN 2005, DIN, etc.) oder auf Messergebnissen der Labordatenauswertung.

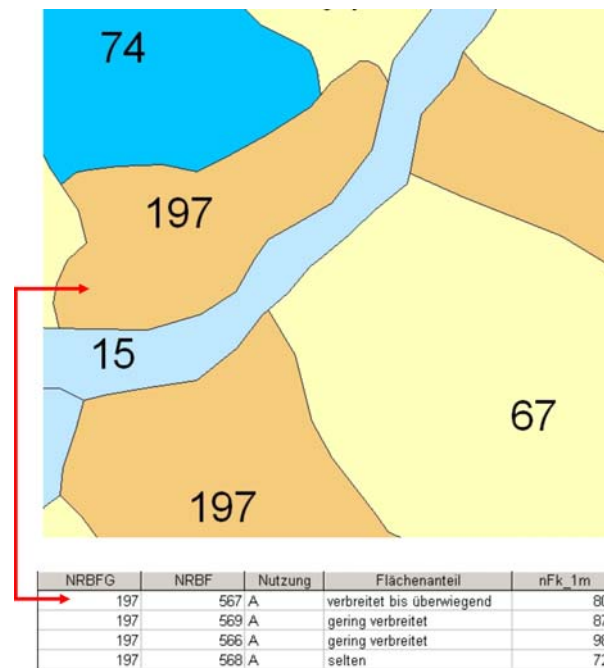


Abbildung 5: Ausschnitt aus einer Bodenkarte. Die Bodenformengesellschaft 197 setzt sich aus einer Gesellschaft von 4 Bodenformen zusammen. Die Leitbodenform ist die in der Tabelle angegebene Einheit 567.

Zur Bewertung der Bodeneinheiten, die in den Bodenflächendaten durch Bodenformengesellschaften (BFG) repräsentiert und somit durch mehrere Bodenformen beschrieben werden, stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung (vgl. Kap. 3.1, Abb. 5):

1. Bewertung über die Leitbodenform: Jeder BFG ist eine Leitbodenform zugeordnet. Die Kennwerte dieser Bodenform werden auf die Fläche übertragen.
2. Bewertung über das flächengewichtete Mittel aller Bodenformen einer BFG.
3. Bewertung über ungünstigsten/günstigsten Wert.
4. Bewertung über Spannen.

6.3. *Bereitstellung der Produktlinie*

Die Darstellung der Auswertungsergebnisse sowie die Bereitstellung dieser Informationen können auf unterschiedlichste Art und Weise erfolgen. In den Staatlichen Geologischen Diensten haben sich hierbei folgende Varianten etabliert:

Abgabe als Kartenprodukt:

Eine Karte mit festgelegten Inhalten und fertigem Layout wird entweder als Printprodukt oder als digitale Grafikdatei (z.B. pdf-Format) zur Verfügung gestellt. Dies beinhaltet auch die Bereitstellung von zusätzlichen Erläuterungstexten (z.B. Bodenkarte)

Beispiel: http://www.gd.nrw.de/g_start.php

Abgabe als Datenprodukt:

Speziell Datennutzer, die Bodendaten mit weiteren digitalen Informationen verknüpfen müssen, bevorzugen die Bereitstellung im Vektor- oder Rasterformat (z.B. shape-Datei). Die Datenabgabe in dieser Form erfolgt meistens über Nutzungsvereinbarungen und ist über spezielle Gebührenverzeichnisse geregelt.

Beispiel: <http://www.hlug.de/medien/boden/fisbo/bk/bfd50/index.html>

Visualisierung über Internet-Kartenserver/Viewer:

Zahlreiche SGD präsentieren ausgewählte Geo-Themen in sogenannten Kartenservern/Viewern auf ihren Websites. Diese Viewer besitzen gewisse GIS-Funktionalitäten, mit denen der Nutzer die Informationen abfragen und auswerten kann. Das Produkt ist konfektioniert, d.h. der Nutzer hat keine Möglichkeit, eigene bzw. andere Geodaten einzuspielen. Die Nutzung dieser Viewer ist i.d.R. kostenlos.

Beispiel: <http://bodenviewer.hessen.de/viewer.htm>, <http://memas01.lbeg.de/lucidamap/index.asp?>

Datenbereitstellung als Internet-Dienst (WMS, WFS, etc.)

Im Zuge der Inspire-Richtlinie und dem Aufbau der Geodateninfrastruktur in Deutschland (GDI-DE) werden Bodendaten zunehmend als WMS (Web Map Service) oder als WFS (Web Feature Service) bereit gestellt. Diese Variante ermöglicht dem Nutzer entweder über eigene GIS-Software oder über Internetportale (z.B. <http://www.geoportal.rlp.de/>) Geodaten unterschiedlichster Herkunft zu kombinieren und auszuwerten.

Beispiel: <http://www.lgb-rlp.de/wms-dienste.htm>

Mit strukturiert aufgebauten Bodenflächendaten (vgl. Kapitel 4) können die genannten Produkte und Formate weitestgehend automatisiert erstellt und aktualisiert werden. Die Erfahrungen in den SGD der Bundesländer zeigen, dass mit der Präsentation und Verfügbarkeit von Bodendaten deren Bedeutung für Fragestellungen des Boden-, Wasser- und Naturschutzes deutlich zunimmt und sie für zahlreiche Planungsaufgaben auf regionaler und kommunaler Ebene nachgefragt und eingesetzt werden.

7. Glossar

Die Begrifflichkeiten beziehen sich in aller Regel auf Termini aus der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005)

Begleitbodenform:

Charakteristischer Bestandteil einer Bodengesellschaft, der kleinflächig mit einer Leitbodenform vergesellschaftet ist und mit untergeordneten Flächenanteilen auftritt. Oft sind mehrere unterschiedliche Begleitböden vorhanden.

Blattschnittfreie Kartiermethode:

Unter blattschnittfrei versteht man die Speicherung großer Mengen von Geodaten als kontinuierlichen Datenbestand. Geoobjekte werden nicht durch eine künstliche Auftrennung der Geometrie an Kartenrändern am Blattschnitt geteilt. Die blattschnittfreie Kartiermethode ist die optimale Form zur Verwaltung großer Geodatenbanken.

Geoobjekte werden immer als Ganzes gespeichert:

- am Blattschnitt kein Bruch in der Methode
- am Blattschnitt kein Bruch in der Datengrundlage

In einem blattschnittfrei gespeicherten Datenbestand können beliebige Ausschnitte, unabhängig von der Datenmenge in der Datenbank, gelesen und bearbeitet werden. Werden Daten zur Bearbeitung gelesen, orientiert sich die gesperrte Datenmenge ausschließlich am gelesenen Ausschnitt und nicht an eventuell vorgegebenen Blattschnitten.

Bodeneinheit:

Vom Maßstab oder Generalisierungsgrad abhängige Zusammenfassung von Böden. Eine Bodeneinheit fasst eine oder mehrere Kartiereinheiten mit gleichem oder sehr ähnlichem Bodeninventar zusammen. Die Ausprägung wird durch eine *Bodenform* oder *Bodenformengesellschaft* beschrieben.

Bodenflächendaten:

Bodenflächendaten (BFD) beschreiben den Datenhintergrund des Themas Boden in einem Bodeninformationssystem. Aus den Bodenflächendaten lassen sich verschiedene Auswertungsthemen ableiten.

Bodenform:

Vom systematischen Niveau unabhängige Verknüpfung einer boden- und substratsystematischen Einheit.

Bodenformengesellschaft, Pedochore:

Zusammenfassung mehrerer Bodenformen nach definierten Kriterien.

Bodengesellschaft:

In räumlicher Nachbarschaft auftretende, unterschiedliche Böden, die z. B. hinsichtlich ihrer Lage im Relief, ihrer stofflichen Verknüpfung, ihres Ausgangsmaterials oder Wasserhaushaltes regelhaft Abfolgen bilden und zu Einheiten zusammengefasst werden können.

Bodenkarte:

Bodenkarten sind gedruckte oder geplottete Karten als Auszug aus einer BFD oder als eigenständiger Druck mit dem Thema Bodenform oder Bodenformengesellschaft.

Kartiereinheit:

Zur Darstellung nach den Kriterien Flächengröße, Anteil und Verteilungsmuster maßstabsabhängige räumliche Zusammenfassung von Bodenausprägungen zu einer von den Nachbarflächen diskret abgegrenzten Fläche.

Konzept- Bodenkarten (KBK):

Es handelt sich bei der Darstellung um eine nicht geprüfte oder validierte Darstellung der Bodenkarte oder von Teilthemen. Der jeweiligen Karte wird das Präfix K (Konzept) vorangestellt. Die KBK können mit verschiedenen Methoden abgeleitet werden (Kap. 5)

Leitbodenform:

Flächenhaft bedeutende Bodenform einer Bodeneinheit.

Manuskript- Bodenkarten :

Unter Manuskriptkarten werden bearbeitete (geprüfte, validierte) Bodenkarten in Reinzeichnung verstanden. Der jeweiligen Karte wird das Präfix M (Manuskript) vorangestellt.

Realprofil (=Originalprofil) :

Aufgenommenes Pedon als zweidimensionaler Vertikalschnitt.

Optimaler Maßstab:

Der optimale Maßstab ist ein Hilfsmittel, um vorhandene Bodenkarten zu beschreiben. Der errechnete Wert ist eine Hilfsgröße, die keinen Anspruch auf eine absolute Aussage hat. Der Wert ermöglicht einen Vergleich verschiedener Bodenkarten und gibt eine Orientierung, in welchem Maßstab eine Karte oder ein Bodenflächendatensatz gut darzustellen wäre.

Grundlage zur Berechnung ist die Formel zur Berechnung des Index der maximalen Reduktion (IMR, FUCHS, 2002).

Formel 1: Ableitung des Optimalen Maßstabes

$$SN = \sqrt{\frac{MLD * ASA}{IMR^2}}$$

IMR = Index maximaler Reduktion

ASA= Durchschnittliche Flächengröße (für Klassen und für gesamte Karte)

MLD = Minimale lesbare Zeichengröße

IMR = 2 (gesetzt)

MLD = 250 (gesetzt)

Formel 2: Ableitung des Index der maximalen Reduktion

$$MLA = \frac{\left(\frac{SN}{1000}\right)^2}{MLD}$$

$$IMR = \sqrt{\frac{ASA}{MLA}}$$

MLDC = 250 *Cornell-Konstante*

MLDV = 400 *Vink-Konstante*

MLA = *Minimale lesbare Flächengröße*
[m²], [ha]

MLD = *Minimale lesbare Zeichengröße*

SN = *Maßstabszahl des Zielmaßstabs*

IMR = *Index der Maximalen Reduktion*

8. Quellen

- AD-HOC-AG BODEN (2000): Methodendokumentation Bodenkunde. Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. - 2. Aufl., Geol. SG 1, Hannover
- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. verbesserte und erweiterte Auflage, Schweizerbart Stuttgart (1. – 4. Aufl. 1965 – 1994), Hannover
- AD-HOC-AG GEOLOGIE (2002): Geologische Kartieranleitung, Geologisches Jahrbuch, Reihe G, Hannover
- ADLER (2002): Stand der Verfügbarkeit bodenkundlicher Basisinformationen in den Bundesländern. - Beiträge zum Diskussionsforum Bodenwissenschaften in der Fachhochschule Osnabrück, Fachbereich Agrarwissenschaften, Studiengang Bodenwissenschaften, Osnabrück
- AG BODENKUNDE 1965: Bodenkundliche Kartieranleitung, 1. Auflage, Schweizerbart Stuttgart, Hannover
- AK BODENSYSTEMATIK DER DBG (1985): Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland, Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, Bd. 44
- ALBRECHT, C, JAHN, R., HUWE, B. (2005a); Bodensystematik und Klassifikation Teil I: Grundbegriffe, J. Plant Nutr. Soil Sci, 168, 7-20
- ALBRECHT, C, JAHN, R., HUWE, B. (2005a); Bodensystematik und Klassifikation Teil I: Grundbegriffe, J. Plant Nutr. Soil Sci, 168, 7-20
- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG (1996): Forstliche Standortsaufnahme, 5. Aufl.. IHW-Verlag, Eching
- ARENS, H. (1960): Die Bodenkarte 1 : 5 000 auf der Grundlage der Bodenschätzung, ihre Herstellung und Verwendungsmöglichkeiten. - Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 8, 164 S., 5 Taf., 30 Abb., 17 Tab., Krefeld.
- 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; Humboldt Universität Berlin) <http://edoc.hu-berlin.de/docviews/abstract.php?lang=ger&id=25271>
- BEHRENS, T., FÖRSTER, H., SCHOLTEN, T., STEINRÜCKEN, U., SPIES, E.-D., GOLDSCHMITT, M. (2005): Digital soil mapping using artificial neural networks. J. Plant Nutr. and Soil Sci., 168, 21-33: Weinheim.
- BOCK, M. & KÖTHE, R. (2005): Regionalisierung von Bodenkennwerten zur Ableitung von Funktionalen Bodenkonzzeptkarten. - In: Möller, M. & Helbig, H. (Eds.): GIS-gestützte Bewertung von Bodenfunktionen, Heidelberg.
- DOBLER, L. (2005): Anwendung geostatistischer Methoden, wichtige Aspekte im Vorfeld.- Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges., 106; Oldenburg
- DURCHFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUM BODENSCHÄTZUNGSGESETZ vom 12.02.1935, RGBI I 1935, 198-200
- FORBES, T.R., ROSSITER, D. & VAN WAMBEKE, A. (1982). Guidelines for evaluating the adequacy of soil resource inventories, 1987 printing ed. SMSS Technical Monograph #4 Cornell University Department of Agronomy, Ithaca, NY
- FRIEDRICH, CH., FOHRER, N. & FREDE, H.-G. (2002): Quantification of soil properties based on external information by means of fuzzy-set theory.- J. Plant Nutr. and soil science; 165, 511-516: Weinheim.
- FRIEDRICH, K. (1996): Digitale Reliefgliederungsverfahren zur Ableitung bodenkundlich relevanter Flächeneinheiten.- Frankfurter geowiss. Arb. , Ser. D, **21**: 251 S., 49 Abb., 13 Tab., 20 Kt.; Frankfurt a. M.
- FUCHS, MICHAEL (2002) Methoden zur objektiven Ableitung von Bodenkarten im Folgemaßstab. Unterstützung der geometrisch-begrifflichen Generalisierung von Bodenkarten durch erweiterte Werkzeuge in einem Geo-Informationssystem, Dissertation FU Berlin, <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/diss/2003/fu-berlin/2002/119/index.html>
- GEOLOGISCHER DIENST NORDRHEIN-WESTFALEN (2005): Informationssystem Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen, Bearbeitungsmaßstab 1 : 50 000; Auskunftssystem BK50 mit, Karte der schutzwürdigen Bö-

- den in Nordrhein-Westfalen.“, Fortführungsstand: 2005. - Hrsg. Geol. Dienst Nordrh.-Westf.; Krefeld. - [CD-ROM]
- GESETZ ÜBER DIE SCHÄTZUNG DES KULTURBODENS vom 16.10.1934, (Bodenschätzungsgesetz), RGBl I 1934, 1050-1051
- HAASE, G. & SCHMIDT, R. (1979): Karte "Böden".- Atlas der DDR, Blatt 6; Gotha, Leipzig
- HAASE, G. (1978): Leitlinien der Bodengeographischen Gliederung Sachsens. - Beiträge zur Geographie - Arbeiten zur Bodengeographie **29/1**: 6-81; Berlin
- HANNEMANN, J. & HERING, J. (2001): Methoden zur Zuweisung von Flächeninhalten auf der Grundlage der Interpretation vorhandener Unterlagen und Karten (Erstellung von Konzeptbodenkarten).- Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges., 96, 503-504; Oldenburg.
- HARTMANN, K.-J, BEHRENS, T., SCHOLTEN, T. (2005): Synthetische Konzeptbodenkarte für das Schwarzerdegebiet in Sachsen-Anhalt, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 106, 75-76
- HARTWICH, R., BEHRENS, J., ECKELMANN, W., HAASE, G., RICHTER, A., ROESCHMANN, G. & SCHMIDT, R. (1995): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1 000 000. Karte mit Erläuterungen, Textlegende und Leitprofilen. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Hannover.
- HARTWICH, R., D. KRUG & W. ECKELMANN (1995): Anleitung zur Erarbeitung der Bodenübersichtskarte i.M. 1:200 000 (BÜK 200). - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
- HEINEKE, H.J., FILIPINSKI, M., DUMKE, I. (1995) : Vorschlag zum Aufbau des Fachinformationssystems Bodenkunde - Profil-, Flächen- und Labordatenbank - Methodenbank -, Geol. Jb., F 30
- HESS LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2002): Erläuterung zur Bodenkart von Hessen 1 : 50.000.- 578 S.: Wiesbaden.
- KLEEFISCH, B. (1993): Die automatisierte Vorhersage der Bodenverbreitung - eine Anwendung für wissenschaftsbasierte Systeme? - Geol. Jb., **F 27**: 39-57; Hannover.
- KRUG, D. & R. Kleemann (1998): Die Flächendatenbank der Bodenübersichtskarte 1:200 000 (BÜK 200), Version 2.0. Beschreibung und Benutzerhilfe. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
- LIEBEROTH, I. (1971): Hauptbodenformenliste als Bestimmungsschlüssel für die landwirtschaftlich genutzten Standorte der DDR, Institut für Bodenkunde Eberwalde
- MERTENS, H. (1973): Die Bodenkarte 1 : 50 000 von Nordrhein-Westfalen. Landschaftspflege am Niederrhein - Niederrheinisches Jahrbuch XII; Beiträge zur Landesentwicklung Nr. 25.
- MERTENS, H. (1964): Über die Verwertbarkeit der Bodenschätzungsergebnisse für die bodenkundliche Kartierung. - Forschung u. Beratung, B, 10, S. 21 - 34, Düsseldorf.
- MERTENS, H. (1968): Wege und Möglichkeiten zur Gestaltung von Bodenkarten 1 : 5 000 unter Benutzung der Bodenschätzungsergebnisse. - Forsch. Geol. Rheinld. u. Westf., 16, S. 327 - 332, Krefeld.
- MÖLLER, M., VOLK, M., FRIEDRICH, K. & LYMBURNER (2008): Placing soil-genesis and transport processes into a landscape context: A multiscale terrain-analysis approach.– J. Plant. Nutr. Soil Sci., 171, 419-430; Weinheim.
- MÜCKENHAUSEN, E.; MERTENS, H. (1966): Die Bodenkarte 1 : 5 000 auf der Grundlage der Bodenschätzung. - 40 S., 4 Abb., 1 Tab., Düsseldorf (Landesausschuss f. landw. Forsch., Erz. und Wirtschaftsber.).
- MÜLLER, U. & BÖTTCHER, J. (1987): Verteilung von Grenzabständen auf Bodenkarten und Ermittlung von Risikofunktionen. – Catena, 14: 561 – 571, Braunschweig
- MÜLLER, W. (1970): Die Bodenkartierung in Niedersachsen. - Beih. geol. Jb. Bodenkdl. Beitr., 99, 1, S. 4 - 12, 4 Taf., Hannover.
- PERSONENKREIS BODENFUNKTIONSBEWERTUNG (2007): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Nutzungsfunktion "Rohstofflagerstätte" nach

- BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung. - Ad-Hoc-AG Boden des Bund/Länder-Ausschusses Bodenforschung (BLA-GEO) in Zusammenarbeit mit der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), 2. Aufl., Hannover.
- RICHTER, A., ADLER, G. H., FAHRAK, M., ECKELMANN, W. (2007): Erläuterungen zur nutzungsdifferenzierten Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1 : 1.000.000 herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- ROESCHMANN, G. (1986).: Bodenkarte der Bundesrepublik Deutschland 1: 1 000 000. Legende und Erläuterungen. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover. 76 S. u. 1 mehrfach gefaltete Karte a. Beilage.
- SCHMIDT, R. & R. DIEMANN (1974) : Richtlinie für die mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Institut für Bodenkunde, Eberswalde-Finow
- SCHMIDT, R. & R. DIEMANN (1981) : Erläuterung zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK), Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Bereich Bodenkunde/Fernerkundung, Eberswalde
- SCHMIDT, R., WOLFF, B., BARITZ, R., MONSE, M. & KIWITT, I. (1998): Bodenübersichtskarte der waldflächen der BRD.- Vierteiliger Abschlussbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt, gefördert durch die BGR; Eberwalde
- SCHRADER, S. (2005): Daten und Methoden zur Bearbeitung der Bodenschätzung im NIBIS® - Untersuchungen zur Qualität. Diplomarbeit Martin-Luther-Universität Halle/Wittenberg, unveröff.
- SCHREY, H. P. (1994): Die großmaßstäbige Bodenkartierung in Nordrhein-Westfalen als Weg vom Bohrpunkt zur Fläche; 2. Teil: Die quantifizierende Codierung als Grundlage EDV-gestützter Auswertungen, Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., 74, 225 - 228.
- SPONAGEL, H., E. GEHRT, M. FUCHS, M. SOMMER & J. BÖHNER (1999): Bodenarealabgrenzung – Parameter zur Ableitung von Bodengesellschaften. – Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesell. 91, H. 2, 1108-1111
- STREMME, H. (1950): Die Böden der Deutschen Demokratischen Republik, Deutscher Zentralverlag Berlin
- VEB KOMBINAT GEOLOGISCHE FORSCHUNG UND ERKUNDUNG (HRSG.) (1979): Arbeitsrichtlinie Bodengeologie, Halle
- WILL, D. (2007): Stand der Digitalisierung der Bodenschätzung in der Finanzverwaltung, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 110/1, 39-40
- WILLENBOCKEL, I. (1992): Räumliche Variabilität der Struktur von Lößböden der Calenberger Börde. - Dissertation Universität Hannover; Hannover

Chronologie des PK

11.-12.04.06	Sitzung Kommission V der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft in Hannover. Thema: Bodenkarte 1 : 50.000
05.06.06	Ad-hoc-AG Boden Ad-hoc-AG Boden beschließt einhellig die Einrichtung eines PK unter Einbindung des Sachverständigen externer Experten Weiterleitung an BLA-GEO
27.-28.09.06	BLA-GEO Die Ad-hoc-AG Boden wird beauftragt ein Konzept für eine Vereinheitlichung der Bodenkarte 1: 50 000 zu entwickeln. INSPIRE ist als Hintergrund zu berücksichtigen einheitliches Kartenwerk BK50
13.-14.11.06	Ad-hoc-AG Boden Es besteht Einigkeit, dass das Projektziel nicht die Überarbeitung bestehender BK50 Blätter, sondern die Erstellung eines Leitfadens sein muss, der vor allem jenen Ländern als Hilfsmittel dient, die bisher nur einen geringen Flächendeckungsgrad von Karten in diesem Maßstab nachweisen können. Aufforderung zur Mitarbeit der SGD
21.03.07	Erste Sitzung Kriterienkatalog BK50 Koordination: Gehrt Arbeitsprogramm 2007 PK Kriterienkatalog BK50
17.-19.04.07:	Ad-hoc-AG Boden Der PK wird gebeten seine Arbeit aufzunehmen Der PK hat ausschließlich den Auftrag des DK zu verfolgen. INSPIRE ist zu beachten.
25.10.07	Zweite Sitzung PK
07.-08.11.07	Bericht in Ad-hoc-AG Boden
08.-09.04.08	Abstimmung der ersten Papiere
19.12.08	Erster Entwurf des Endberichtes: Konzept zur Erstellung einer Bodenflächenbank für den Maßstab 1:50 000 (BFD50)
April 2009	Überarbeitung des Endberichtes
8.4.2009	Versand der überarbeiteten Fassung (Entwurf) an die Mitglieder des Personenkreises
14.4.2009	Versand des Anhangs an die Mitglieder des Personenkreises
16.4.2009	Versand des Entwurfes und des Anhangs an die Mitglieder des Ad-hoc-AG Boden (Umfang Netto 24 Seiten)
29.10.2009	2. Entwurf mit Einarbeitung der Anmerkungen
03. - 04.11.2009	Diskussion in der Ad-hoc-AG
8.1.2009	3. Entwurf mit Berücksichtigung der Diskussion in der Ad-hoc-AG (netto 21. Seiten)