

Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte

von Günter Miehlich

Schlüsselwörter: Archivfunktion, Bodenschutz, Bodenbewertung, Archivböden
Keywords: soil function, soil protection, soil assessment, soil natural heritage, soil cultural heritage

1 Einleitung

Die aktuelle Ausprägung eines Bodens ist das Ergebnis einer meist Jahrhunderte bis Jahrtausende andauernden Bodenentwicklung, in deren Verlauf das Ausgangsgestein unter dem steuernden Einfluss der Faktoren der Bodenbildung durch Stoffumwandlung und -verlagerung verändert wurde. Da die Konstellation der Faktoren der Bodenbildung (Ausgangsgestein, Klima, Organismen, Relief, Dauer der Bodenbildung) kleinräumig variiert, ist die feste Erdoberfläche von einem Muster unterschiedlicher Böden bedeckt. In ihren Eigenschaften spiegeln sie die regionalspezifischen Bildungsbedingungen im Verlauf der Zeit wider; sie werden damit zu einem „Archiv der Naturgeschichte“ einer Region. Da der Mensch in Mitteleuropa fast flächendeckend gestaltend in die Böden eingegriffen hat, finden sich in ihnen auch vielfältige Spuren menschlicher Tätigkeit; sie werden dadurch zu „Archiven der Kulturgeschichte“. So gesehen sind alle Böden Archive der Natur- und der Kulturgeschichte. Ein Schutz der Gesamtheit der Böden als Archiv ist im Bundesbodenschutzgesetz weder vorgesehen noch ist er sinnvoll. Ein wirksamer Schutz bedeutsamer Archive der Natur- und Kulturgeschichte setzt eine hinreichende Datengrundlage, ein Bewertungssystem ihrer Bedeutung und Instrumente für ihren Schutz voraus. Von der Behandlung dieser Grundlagen ausgehend, charakterisiert der Beitrag unterschiedliche Formen von Böden mit Archivfunktion und Möglichkeiten zu ihrem Schutz. Die Bedeutung der „Böden als Archive für die Archäologie und Denkmalpflege“ beschreibt Nelson in diesem Band.

2 Grundlagen

Sonderstellung der Funktion Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Unter den

nach Bundes-Bodenschutzgesetz gesetzlich geschützten Funktionen nimmt die Rolle als „Archiv der Natur- und Kulturgeschichte“ eine Sonderstellung ein. Während die übrigen Funktionen wegen ihrer Bedeutung für das Ökosystem (natürliche Funktionen) oder für die Nutzung durch den Menschen (Nutzungsfunktionen) von Bedeutung sind, betreffen die Archivfunktionen Informationen, die sich aus den Eigenschaften der Böden ableiten lassen. Dies können Informationen zur Naturgeschichte und der Kulturgeschichte sein. Oft vereinen Böden Informationen zu beiden Aspekten. Archivböden können u. a. Informationen zur Rekonstruktion der Bodengenese, des Paläoklimas, zur Entwicklung des Reliefs, zur Vegetationsgeschichte, zu Auswirkungen historischer und rezenter Bodennutzung und der Bergbau-, Industrie- und Siedlungsgeschichte enthalten.

Mit Hilfe der Archivfunktion können noch am ehesten Böden „um ihrer selbst willen“ geschützt werden. Es gibt, wie für Tiere und Pflanzen längst eingeführt, den Versuch, eine „rote Liste“ für Böden aufzustellen (Bosch 1994), in der Archive der Natur- und Kulturgeschichte eine bedeutsame Rolle spielen. Ungelöst ist die Frage, auf welcher Fläche Archivböden wie geschützt werden sollen. Sind sie in ihrem Gesamtvorkommen schützenswert oder sollen nur Teilflächen vorgehalten werden, auf der die im Boden vorhandenen Informationen wirksam geschützt sind? Dies ist vor allem bei weit verbreiteten Archiven der Kulturgeschichte, z. B. Plaggeneschen oder kultivierten Mooren in Niedersachsen, ein Problem.

Der Schutz von Archivböden hat auch die Nutzer dieser Funktion zu berücksichtigen. Meist können die im Boden enthaltenen Informationen nur durch laboranalytische Untersuchungen „geborgen“ werden. Dies setzt voraus, dass Archivböden für die Forschung zu-

gänglich sind. Jede Entnahme von Bodenproben zerstört aber eine Teilfläche des Schutzobjekts. Es bedarf einer guten Organisation und Dokumentation der Eingriffe, wie sie z. B. für Boden-Dauerbeobachtungsflächen festgelegt sind (SAG 1993), damit nicht Artefakte Gegenstand späterer Untersuchung werden. Stets sollte eine ausreichend große Fläche für zukünftige Fragestellungen und Forschungsansätze ungestört erhalten bleiben. Wichtig sind offene Profilgruben als Anschauungs- und Untersuchungsobjekte für die Lehre an Hochschulen (Bodenkunde, Biologie, Geographie, Geologie, Archäologie, Landschaftsökologie), für den Schulunterricht und für die Allgemeinbildung. Weil Archivböden „Geschichten“ erzählen, eignen sie sich besonders zur Förderung des Bodenbewusstseins, ohne dass wirksamer Bodenschutz nicht erfolgreich sein wird (vgl. in diesem Band Miehlich: „Bodenbewusstsein – ein Schlüssel zur Förderung des Bodenschutzes“).

Datengrundlage. Die Erfassung bodenkundlicher Daten ist regional sehr unterschiedlich, dementsprechend lückenhaft ist der Stand thematischer Karten zum Thema Boden. Flächendeckend gibt es für Deutschland Bodenübersichtskarten im Maßstab 1:1.000.000 und kleiner. Von der Bodenübersichtskarte 1:200.000 lagen Ende 2008 erst 70 % vor (BGR 2009a). Bodenkarten in größeren Maßstäben sind nur in wenigen Bundesländern flächendeckend vorhanden. Spezielle Kartenwerke, in denen Archivböden ausgewiesen sind, gibt es in mehreren Bundesländern (LABO 2006). In Nordrhein-Westfalen gibt es z. B. flächendeckend Karten schutzwürdiger Böden im Maßstab 1:50.000 (Geologischer Dienst NRW 2009). Archivböden sind häufig nur sehr kleinflächig verbreitet und können dann in bodenkundlichen Karten oft nicht dargestellt werden (Boess 1999, Schräps & Schrey 1997). Hilfreich sind in diesem Fall Karten, in denen Flächen gekennzeichnet sind, in denen Archivböden vermutet werden und deren Eigenschaften und Verbreitung bei einer Planänderung detailliert erfasst und bei der Abwägung der Belange berücksichtigt werden können (z. B. Fachplan „Schutzwürdige Böden“ in Hamburg, Oechtering 2006). Institutionen der

Bundesländer halten teils öffentlich zugängliche Datenbanken mit Punkt- und Flächendaten über Böden vor, die sich auch hinsichtlich der Archivfunktion auswerten lassen. Beispiele sind das Niedersächsische Bodeninformationssystem NIBIS (LBEG 2009) oder das Bodeninformationssystem Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009a).

Bewertung der Archivfunktion von Böden. Bei der Beurteilung von Bodenfunktionen wird die Begriffshierarchie Bodenfunktion / ggf. Teilfunktionen / Kriterium zur Beschreibung der Teilfunktion / Parameter zur Erfassung der Kriterien akzeptiert (*Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2007, Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 2003* und der Beitrag von M. Gunreben „Die Berücksichtigung des Bodenschutzes in der Bauleitplanung“ in diesem Heft). Kriterien sind Eigenschaften oder Potenziale eines Bodens, welche die zu beurteilende Funktion hinreichend beschreiben. Parameter sind an Böden beschreib- oder messbare Kennwerte, durch die Kriterien beurteilt werden können. Dabei ist immer zu berücksichtigen, dass sowohl die Kennzeichnung der Kriterien durch Parameter als auch die Erfassung der Funktionen durch Kriterien unvollständig oder fehlerhaft sein können (*Hochfeld 2004, Miehlich 2006*). Inzwischen hat sich die Akzeptanz der Kriterien und Parameter eines Bewertungssystems so weit verselbständigt, dass Fehlerbetrachtungen kaum stattfinden.

Der Methodenkatalog der *Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2007* nennt für Archive der Naturgeschichte die Kriterien Seltenheit, Naturnähe, naturgeschichtlich bedeutsame Böden, regionaltypische Böden bzw. Substrate, Eigenart, Wert als Anschauungsobjekt, Erhaltungszustand, Flächengröße, Repräsentanz und Alter. Archive der Kulturgeschichte werden durch die Kriterien Zugehörigkeit zur Klasse der anthropogenen Böden nach Kartieranleitung (*Ad-hoc-Gruppe Boden 2005*), Nutzungsgeschichte, Erhaltungsgrad, Seltenheit und Alter bewertet. Die Wahl der Kriterien ist nach Bundesländern verschieden. Zu welchen Widersprüchen dies führen kann, beschreibt *Hochfeld 2004*. Oft wird als Nachteil angeführt, dass zur Beurteilung von Archivböden Expertenwissen erforderlich ist. Ich teile diese Meinung nicht, denn es

gibt genügend versierte Fachleute. Das dabei einfließende subjektive Element führt keineswegs zu größeren Fehlern als bei angeblich „objektiven“ Bewertungsverfahren der übrigen Bodenfunktionen (*Miehlich 2006*).

Häufig werden die Kriterien Naturnähe und Seltenheit verwendet (*Bosch 1994, Boess et al. 2002, Schatz & Schmidt 2003, Hochfeld 2004*). Naturnähe wird meist nach der natürlichen Abfolge und Ausprägung von Bodenhorizonten bewertet. Da sich Böden, wenn auch in langen Zeiträumen, regenerieren können, ist zu fragen, wann Böden, die aus der menschlichen Nutzung herausgenommen wurden, wieder als naturnah gelten können. Im Hamburger Bewertungsverfahren (*Freie und Hansestadt Hamburg 2003*) gilt ein Boden u. a. als uneingeschränkt naturnah, wenn die Abfolge seiner Horizonte länger als 150 Jahre ungestört blieb. Das Kriterium der Seltenheit wird meist nach Expertenwissen beurteilt. Es gibt aber auch Versuche, sie nach Flächenanteilen zu ermitteln. Zu klären ist die Fläche (Bewertungsgebiet, Region, Bundesland, Deutschland, Europa), auf die sich die Seltenheit bezieht. So können Bodenformen innerhalb eines Bewertungsgebiets häufig, in Deutschland jedoch sehr selten sein. Umgekehrt können in Deutschland verbreitete Böden im Bewertungsgebiet Raritäten sein. Es gibt Vorschläge, Seltenheit dann auszuweisen, wenn die Böden z. B. <1% eines Bundeslandes betragen (*Gunreben & Boess 2008*).

Als Beispiele für Bewertungssysteme der Archive der Natur- und Kulturgeschichte seien hier genannt:

■ **Niedersachsen** (*Gunreben & Boess 2008*): Archive der Naturgeschichte: landschaftstypische Böden, Paläoböden, seltene Böden. Archive der Kulturgeschichte: Vorkommen ausgewählter anthropogener Böden und Überformungen.

■ **Hamburg** (*Freie und Hansestadt Hamburg 2003*): Archive der Naturgeschichte: Kriterien: Naturnähe, Seltenheit. Parameter: Grad der Veränderungen in Horizont- und Substratabfolge; Seltenheit wird durch Zuschläge in der Bewertung berücksichtigt. Archive der Kulturgeschichte: Erhaltungsgrad und Art von vorindustriellen, über den normalen Ackerbau hinausgehenden Einwirkungen: Form der Kultsole, Grad

der Erhaltung oder archäologische Relevanz.

■ **Brandenburg** (*Landesumweltamt Brandenburg 2005*): Schutzwürdige Archivböden in Brandenburg werden expertengestützt ausgewiesen und in Form eines Steckbriefes beschreibend dargestellt und bewertet. Kriterien/Parameter: Naturnähe, Seltenheit, Repräsentanz, Flächengröße, Alter.

■ **Baden-Württemberg** (*LUBW 2008*): Archive der Naturgeschichte: Bedeutung für Bodengenese, Erd- oder Landschaftsgeschichte. Archive der Kulturgeschichte: Besonderheiten der Siedlungs- oder Landnutzungsgeschichte.

Möglichkeiten des Schutzes von Archivböden. Wie bei allen Bodenfunktionen ist im Bundes-Bodenschutzgesetz der Schutz der Archivfunktion im Bereich der Vorsorge angesiedelt. Nach § 12 (8) sollen darüber hinaus Böden, welche die Archivfunktion „im besonderen Maße“ erfüllen, von Auffüllung verschont bleiben. Ein wichtiges Instrument ist die Raumplanung. Bei der Aufstellung oder der Änderung von Plänen sind im Rahmen einer Umweltprüfung auch Auswirkungen auf Böden zu erfassen und in der Abwägung zu berücksichtigen. Ob im konkreten Fall eine Fläche mit Archivfunktion eine Planänderung bewirkt hat, ist mir nicht bekannt. Zur Anpassung an das EU-Recht und um Bodenarchive wirksam schützen zu können, sieht *Hönes 2007* einen erheblichen Änderungsbedarf für das Bundes-Bodenschutz- und das Raumordnungsgesetz.

Wertvolle Archive der Naturgeschichte sollten in die Liste der Geotope aufgenommen und nach Bundesnaturschutzgesetz in Naturschutzgebieten, als Naturdenkmale oder als „geschützte Landschaftsbestandteile“ vor nachteiligen Veränderungen bewahrt werden (vgl. in diesem Band G. Miehlich: „Bodenschutz im Naturschutz“). Archive der Kulturgeschichte sollten in die Liste der Kulturdenkmale aufgenommen und nach Denkmalschutzrecht geschützt werden. In einigen Bundesländern können großflächig verbreitete Archivböden die Ausweisung eines Bodenschutzgebietes begründen (*Feldwisch 2004*). Bisläng gibt es nur wenige Beispiele, in denen Archivböden den Schutzzweck von Naturdenkmalen begründen. Mir sind lediglich die Fläche

„Hildesheimer Schwarzerde“ in Niedersachsen (BGR 2009c) und mehrere Geotope in Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009b) bekannt, die diesen Schutzstatus erreicht haben. In Hamburg sollen Flächen sowohl nach Naturschutz- als auch nach Denkmalschutzrecht unter Schutz gestellt werden (Oechtering 2009).

3 Formen der Archivböden und ihr Schutz

Böden können sehr unterschiedliche Formen von Informationen enthalten. Obwohl eine eindeutige Trennung nicht möglich ist, soll hier versucht werden, die Archivböden nach ihrem Informationstyp zu gruppieren.

Aufbau eines Archivs charakteristischer Böden einer Region (Archiv des „Normalen“, Referenzböden). Unter charakteristischen Böden sind hier die typischen Böden der Bodengesellschaften einer größeren Landschaftseinheit, einschließlich ihrer anthropogenen Veränderung durch die regional typische Nutzung (z.B. Landwirtschaft und Forstwirtschaft), gemeint. Sie repräsentieren den aktuellen Zustand der Böden einer Region. Der regionale Bezug ist erforderlich, weil dieselbe bodensystematische Einheit (z.B. Parabraunerde) je nach Ausgangsgestein (z. B. Parabraunerden aus Löss, Geschiebemergel oder kalkhaltiger Schotter), Relief, Wasserhaushalt und Nutzung einer Region stark variierende Eigenschaften hat. Die geeignete Erfassungsebene ist die Bodenform (eine Kombination aus boden- und substratsystematischer Einheit, *Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden* 2005). Regional werden Gebiete betrachtet, in denen Gemeinsamkeiten von Ausgangsgestein, Relief, Klima und Nutzung ein typisches Muster der Bodenformen ergeben (Abb. 1). Ausgangspunkt für die Abgrenzung der Bodenregionen könnte die Karte der Bodengroßlandschaften (BGR 2009b) sein. Innerhalb der Bodengroßlandschaften können über die Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1:1.000.000 (in der nutzungsdifferenzierten Form, BGR 2007) Untereinheiten gebildet werden, für die ein oder mehrere, die räumlichen Zusammenhänge und Nutzungsunterschiede widerspiegelnde Ensembles von Bodenflächen

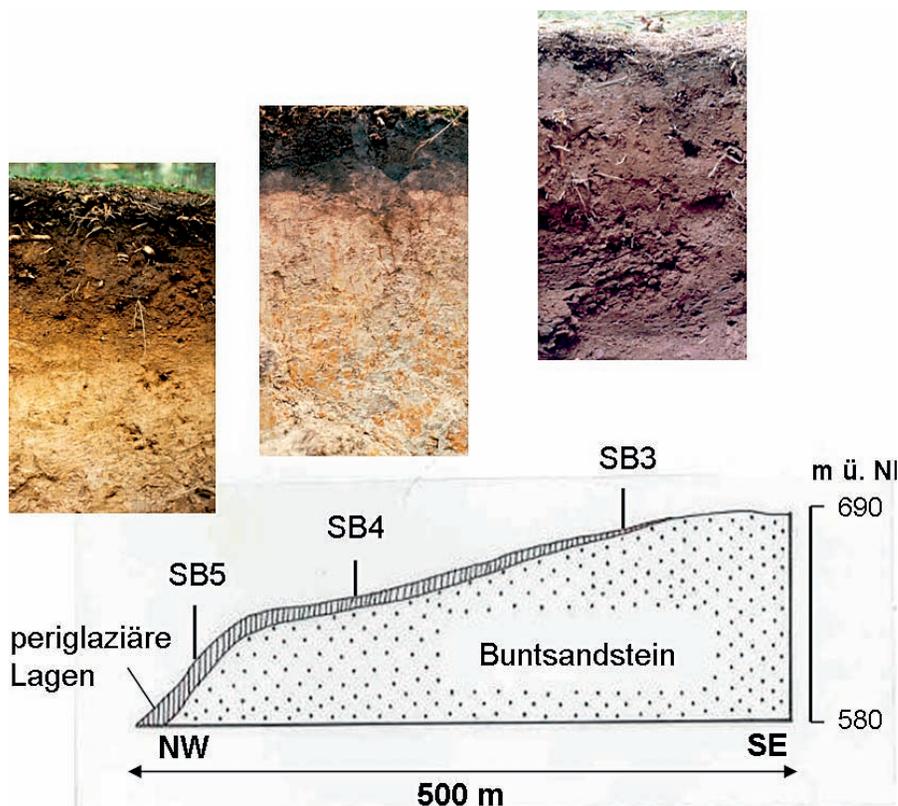


Abb. 1: Beispiel für charakteristische Böden einer Region: Böden einer Missenlandschaft im Nordschwarzwald. SB3: podsolige Braunerde, SB4: Moor-Stagnogley, SB5: eisenreiche pseudovergleyte Braunerde, lokal Ockererde genannt. Substrat: Hauptlage aus lössvermischttem Buntsandsteinersatz über Basislage aus Buntsandstein, Nutzung Wald. (Scheffer/Schachtschabel 2002, Bilder G. Miehllich).

ausgewählt werden. Um die Beziehungen von Böden zu Relief und Gestein zu verdeutlichen, empfiehlt sich häufig die Anordnung dieser Referenzstandorte entlang von Catenen (Lorz & Opp 2000). Die Eigenschaften der charakteristischen Böden sollen einschließlich der Ausprägung ihrer bodenbildenden Faktoren (Gestein, Relief, Klima, Hydrologie, Vegetation, Bodenorganismen, Nutzung) erfasst und überregional zugänglich dokumentiert werden. Dies wäre eine geeignete Grundlage für das dringend benötigte Buch „Die Böden der Bundesrepublik Deutschland“. Sowohl für die Fachausbildung als auch als Anschauungsobjekte für die Allgemeinheit sollen Profilgruben der charakteristischen Böden einer Region offen gehalten, gepflegt und zugänglich gemacht werden. Dadurch kann auch das Netz der Bodenlehrpfade (UBA 2001) erheblich erweitert werden.

Datengrundlage für die Auswahl charakteristischer Böden einer Region sind die Boden-Datenbanken der Länder, die Boden-Dauerbeobachtungsflä-

chen (SAG 1993) und die gut untersuchten Profile der bodenkundlichen Lehrstühle. In einigen Bundesländern gibt es Leitprofile (z.B. Gunreben & Boess 2008). Soweit möglich, sollten die Flächen des Archivs charakteristischer Böden nach Bundesnaturschutzgesetz oder als Boden-Dauerbeobachtungsfläche dauerhaft geschützt sein. Zumindest sollten sie vor gravierenden Eingriffen (z.B. Überbauung, Neuanlage von Drainagen, Tiefpflügen, Eintrag von Fremdstoffen, Zerschneidung durch Leitungsanlagen) bewahrt werden.

Naturnahe Böden (Abb. 2). Unter naturnahen Böden werden hier Böden verstanden, die durch Nutzung wenig oder nicht verändert sind. Unter dem Aspekt der Archivfunktion repräsentieren sie den Verlauf der Bodenentwicklung, wie er weitgehend ohne Einfluss des Menschen verläuft. Sie stellen einerseits eine besonders reine Form des „Archivs der Naturgeschichte“ dar und bilden andererseits, im Vergleich zu den oben angeführten „charakteristischen Böden“,

eine Referenz für die Erfassung von Einwirkungen des Menschen auf Böden. Naturnahe Böden sind in Deutschland nur in alten Wäldern, naturnahen Mooren, naturnah erhaltenen Auen und Küsten, Ödländern oder den Gipfellaagen von Gebirgen zu erwarten. Die Aufzählung zeigt, dass es sich dabei häufig um Standorte mit besonderen Eigenschaften handelt. Aber auch Böden aus seltenen Ausgangsgesteinen (z.B. Böden aus vulkanischen Lockergesteinen, Mudden) gehören in diese Kategorie. Bei Standorten unter Wald muss berücksichtigt werden, dass die heutigen Wälder (im Sinne der Bodenbildung) häufig jung sind und während des 17. und 18. Jh. meist nur noch die „Königswälder“ und Klosterwälder eine naturnahe Waldvegetation hatten (Hornstein 1951, Küster 2008). Besonders wertvoll sind naturnahe Böden auf Standorten intensiver Ackernutzung. Gelegentlich finden sich in alten Waldresten geeignete Beispiele (Abb. 2, rechts)

Bislang fehlt eine übergreifende Dokumentation natürlicher Böden. In einigen Bundesländern gibt es Zusammenstellungen und Karten (z.B. Gunreben & Boess 2008). Naturnahe Böden sind so selten, dass sie in ausreichender Flächengröße nach Naturschutzrecht geschützt werden müssen. Bei verbreiteter auftretenden Formen sollten regionalatypische Referenzflächen vollständig und die übrigen vor Veränderungen geschützt werden, die über die übliche Nutzung hinausgehen. Es ist anzunehmen, dass in Naturschutzgebieten naturnahe Böden auftreten, in denen sie einen hohen Schutzstatus haben. Leider ist die Erfassung von Böden in Naturschutzgebieten nicht sehr verbreitet, so dass die Archive der Naturgeschichte nur unzureichend bekannt sind. Bei bevorzugt landwirtschaftlich genutzten Bodenformen (z.B. Schwarzerden oder Parabraunerden aus Löss) sollten die wenigen verbliebenen Flächen naturnah erhaltener Böden ganzflächig als Naturdenkmale geschützt werden.

Böden mit Zeugnissen der Natur- und Landschaftsgeschichte (Abb. 2–5). Böden können wichtige Informationen zur Geologie, Landschaftsentwicklung, Klima- und Vegetationsgeschichte enthalten. Fossile Böden, also Böden, die unter einer früheren Faktorenkonstellation der Bodenbildung entstanden und

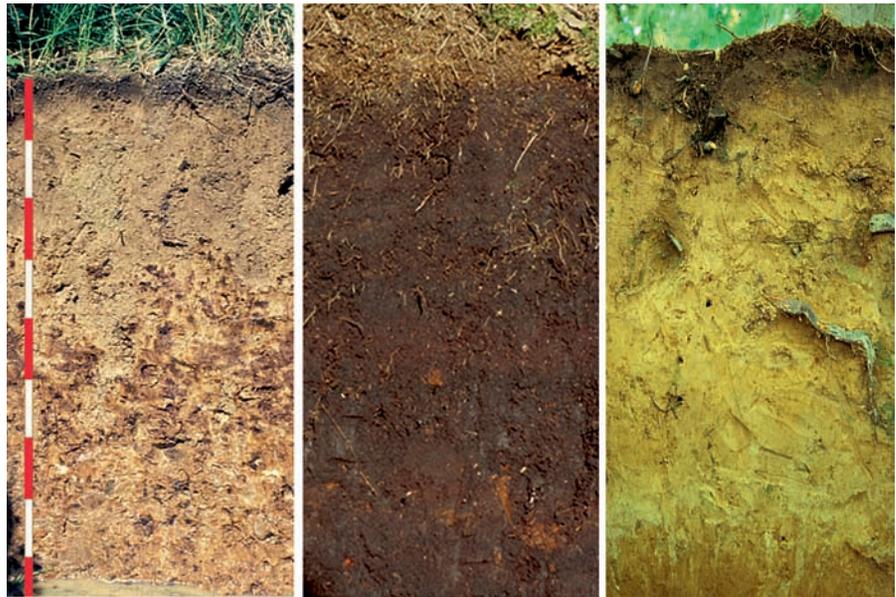


Abb. 2: Beispiele naturnaher Böden: links Pseudogley aus umgelagertem Lößlehm über altpleistozänem Deckenschotter, Schotterriedellandschaft westlich Schwabmünchen, Bayern; Mitte: Hochmoor aus Hochmoortorf, Pietzmoor, Naturschutzpark Lüneburger Heide, Niedersachsen; rechts: Pseudogley-Fahlerde aus Löss, Ohlendorf, Niedersachsen (Bilder G. Miehlich).



Abb. 3: Beispiele fossiler Böden oder Bodenreste: links: tertiärer Basaltzersatz (Saprolith) im Unterboden eines Ferrallits, Vorderer Vogelsberg bei Lich, Hessen, Altemöller & Poetsch 1993; rechts: mehrere fossile Bodenhorizonte in einer Lösswand, Besigheim, Baden-Württemberg (Bild links G. Miehlich, Bild rechts T. Poetsch).

durch Überlagerung erhalten blieben, gehören ebenso dazu wie Reliktböden, deren wesentliche Prägung aus früheren Bedingungen stammt, deren Eigenschaften sich aber unter den heutigen Bedingungen weiterentwickeln. Böden, die vor dem Ende der letzten Vereisung entstanden sind, werden als Paläo-

böden bezeichnet. Sie geben Hinweise auf die Umweltbedingungen früherer geologischer Perioden. Beispiele für fossile Böden sind Reste von Böden aus dem Tertiär, Bodenhorizonte in pleistozänen Lösslagen, Böden mit Solifluktuationsmerkmalen unter Permafrost (Tropfenböden), Bodenhorizonte in

Sanden (z.B. Kaiser et al., im Druck). Reliktisch sind u.a. Schwarzerden, die im Boreal gebildet wurden, oder Ferrallite aus Basaltverwitterungsmaterial. In Böden können auch Informationen zur Reliefentwicklung und damit zur Land-

schaftsgeschichte dokumentiert sein (Bork 1998). Insbesondere Erosion und Akkumulation von Bodenmaterial entlang von Hangsequenzen dokumentieren die jüngere Reliefgeschichte einer Landschaft. Pollenspektren in Mooren

geben Auskunft über die Klima- und Vegetationsgeschichte eines Raums (z.B. Pollenspektren zum Hochmoorprofil in Abb. 2: Pott 1999). Kriterien für die Bedeutung der Archivfunktion in dieser Kategorie sind der Erhaltungszustand und der Informationswert der Zeugnisse sowie deren Seltenheit.

Eine Übersicht gut untersuchter Paläoböden ist in Band 2 des Nationalatlas der Bundesrepublik Deutschland enthalten (Leibniz-Institut Länderkunde 2003). Mit Paläoböden beschäftigen sich Arbeitsgruppen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG 2009) und der International Union of Soil Sciences (IUSS 2009). Kleinere Flächen können in die Liste der Geotope aufgenommen und nach Naturschutzrecht geschützt werden. Die hervorragend dokumentierten Geotope Bayerns (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009b) führen mehr als 10 Objekte auf, in denen Paläoböden Schutzziel sind. Es wäre wünschenswert, auch andere Archivböden zu schützen.



Abb. 4: Beispiele für Reliktböden: links: Pseudogley-Tschernosem mit Eiskeil, der in den kreidezeitlichen Ton reicht, Asel bei Hildesheim, Niedersachsen, BGR 2009c; rechts: Ferrallit aus verlagertem und mit Löss gemischtem Basaltverwitterungsmaterial, Vorderer Vogelsberg bei Lich, Hessen (Bilder G. Miehllich).



Abb. 5: Beispiele für Böden mit Informationen zur Landschaftsgeschichte: links: fossile Ah-Horizonte in einer Pseudogley-Vega am Niederrhein, die jeweils eine Phase stagnierender Wasserstände markieren; rechts: im Subatlantikum gebildetes, ombrogenes Hochmoor über Podsol (Wiechmann 2006, Bilder H. Wiechmann).

Böden mit Informationen zur Vor- und Frühgeschichte (Abb. 6).

Die Böden im Umfeld archäologischer Fundstätten stellen in mehrfacher Hinsicht Archive der Kulturgeschichte dar. Im unmittelbaren Bereich der Fundstellen geben die Eingriffe in den natürlichen Bodenaufbau und Verfärbungen im Boden Informationen über die Bauweise der Gebäude. Brandstellen werden durch Änderung der Eisenoxidform nachgewiesen. Detaillierte Informationen zu diesem Thema gibt der Beitrag von H. Nelson in diesem Band. Erhöhte Gehalte an löslichem Phosphat (Zöhlitz 1980, Zimmermann 2008) oder Schwermetallen (Gerlach 2006) dienen dazu, Felder vorgeschichtlicher Bodenbewirtschaftung bzw. Bergbauflächen abzugrenzen. Chronostratigraphische Untersuchungen in Böden geben Hinweise auf das Alter früher Besiedlung (Talksdorf et al. 2009). Aus dem Aufbau der Böden im Umfeld der Fundstätten können wichtige Erkenntnisse über die bevorzugte Lage von Siedlungen und die Lebensumstände zur Zeit der historischen oder prähistorischen Eingriffe gewonnen werden (Brandt 2007). Weitere Beispiele zur Bedeutung von Böden für die Archäologie finden sich in einem Themenheft der „local land and soil news“ (ELSA 2007).

Umgekehrt kann die Archäologie wertvolle Hinweise für die Bodengenese geben. *Spek* 2004 konnte den gravierenden Einfluss des Menschen vom Neolithikum bis zum Mittelalter auf die Böden der Provinz Drenthe, Niederlande, aufzeigen. Auch die Diskussionen zur Genese der Tschernoseme Deutschlands (*Gerlach et al.* 2006) gehört dazu.

Meines Erachtens werden derzeit die wechselseitigen Potenziale der Zusammenarbeit zwischen Bodenwissenschaften und Archäologie noch nicht ausgeschöpft. Ansätze zur Verbesserung bieten gemeinsame Veranstaltungen (z.B. *LVR/BVB* 2006) und ein interdisziplinärer Arbeitskreis (*Arbeitskreis Geoarchäologie* 2009). Wichtig sind auch angepasste bodenkundliche Lehrangebote im Studiengang Archäologie.

Die Aufstellung eines Inventars und der Umgang mit archäologischen Fundstellen werden von den Ämtern der Bodendenkmalpflege geregelt. Nach dem Europäischen Übereinkommen zum Schutz des archäologischen Erbes (*Hönes* 2006) hat die Umgebung von archäologischen Fundstätten die gleiche Bedeutung wie die Funde selbst. Sie können in Grabungsschutzgebiete einbezogen werden.

Böden mit Zeugnissen vorindustrieller Land- und Gartenbautechniken (Abb. 7 und 8). Die Techniken der Bodenbewirtschaftung in Landwirtschaft und Gartenbau unterlagen einem großen Wandel. Beispiele für historische Formen sind die Heidebauernwirtschaft in den sandigen Böden Nordwestdeutschlands, durch die, zulasten großer abgeplagter Flächen, ertragreiche Eschböden geschaffen wurden, Wölbäcker in grund- oder staunassen Böden, die eine bessere Entwässerung und frühere Erwärmung gewährleisteten, unterschiedliche Techniken der Moorkultivierung, Graben und Beete der Marschenkultivierung, Böden in Wurten, Tiefumbruch bei Neuanpflanzung von Wein oder zur Rekultivierung von Böden, tiefgründig humose Gartenböden. Bei tiefgründiger Umgestaltung werden die Böden bodensystematisch in der Klasse Terrestrische Anthropogene Böden geführt: Plaggenesche, Rigosole, Hortisole, Treposole (*Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden* 2005). Sie stellen heute wichtige Archive der Landeskultur dar.

Als Kriterien zur Bewertung solcher Böden werden z. B. Art und Erhaltungsgrad von vorindustriellen, über den normalen Ackerbau hinausgehenden Einwirkungen genannt, die über die Parameter Kultsol-Typ, Seltenheit, Alter, Substratabfolge, Intensität und Ausprä-

gung der Eingriffe und historischer Bezug beschrieben werden (*Freie und Hansestadt Hamburg* 2003). In vielen anderen Fällen werden, expertengestützt, Bodentypen und Arten der Überformung ausgewählt, z.B. in Niedersachsen Plaggenesche, Wölbäcker, Wur-

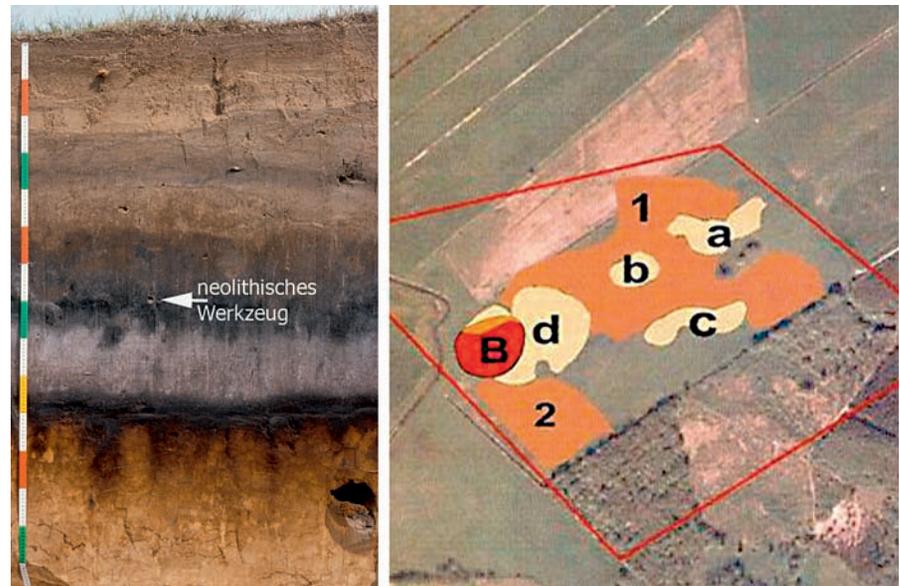


Abb. 6: Beispiele für Bodeninformationen zur Vor- und Frühgeschichte in Böden: links: Kolluvisol über fossilem Podsol. Neolithische Werkzeuge an der Oberfläche des fossilen Podsoles zeigen die ursprüngliche Bodenentwicklung einer Binnendüne, das im unteren Teil vermutlich eisenzeitliche Kolluvium eine frühe Entwässerung, NSG Boberger Niederung, Hamburg, Miehllich et al. 2007 (Bild: G. Miehllich); rechts: Lage der Flächen, aus denen Böden zum Bau eines slawischen Burgwalls (B) entnommen wurden (No. 1 und 2) (Parchim, Mecklenburg-Vorpommern, Brandt 2008).

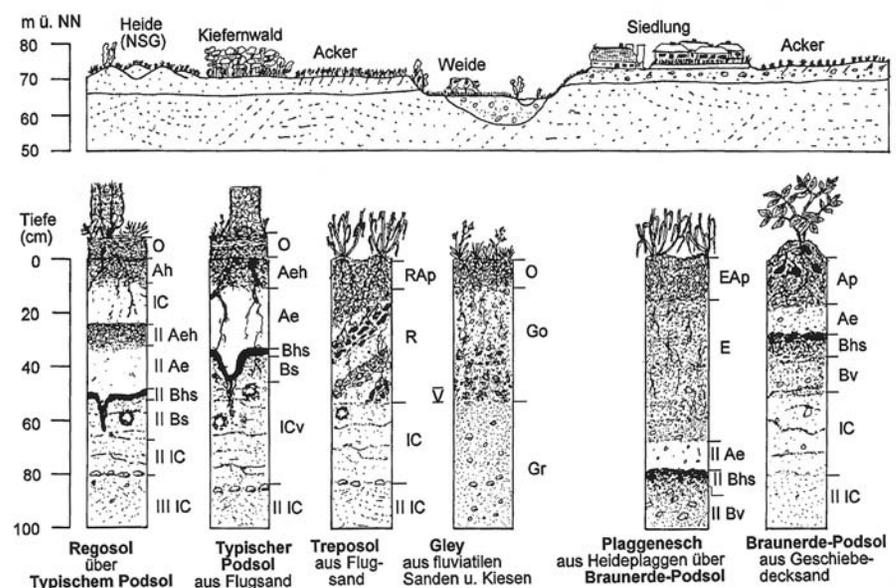


Abb. 7: Die Auswirkung der Heidebauernwirtschaft auf Böden: ein Ensemble von Archiven der Kulturgeschichte (Bild G. Miehllich).

ten, Heidepodsole, kultivierte Moore (Gunreben & Boess 2008).

Weit verbreitete Böden dieser Kategorie (z.B. Plaggenesche, Karte in Gun-

reben & Boess 2008) sollten an gut untersuchten Referenzstandorten, seltene aber flächendeckend vor Eingriffen geschützt werden, die über eine nor-

male Land- oder Forstwirtschaft hinausgehen. Zu wünschen wäre die Einbeziehung dieser Archivböden in die Arbeit von Museen, in denen die bäuerliche Kultur einer Region Schwerpunkt ist.

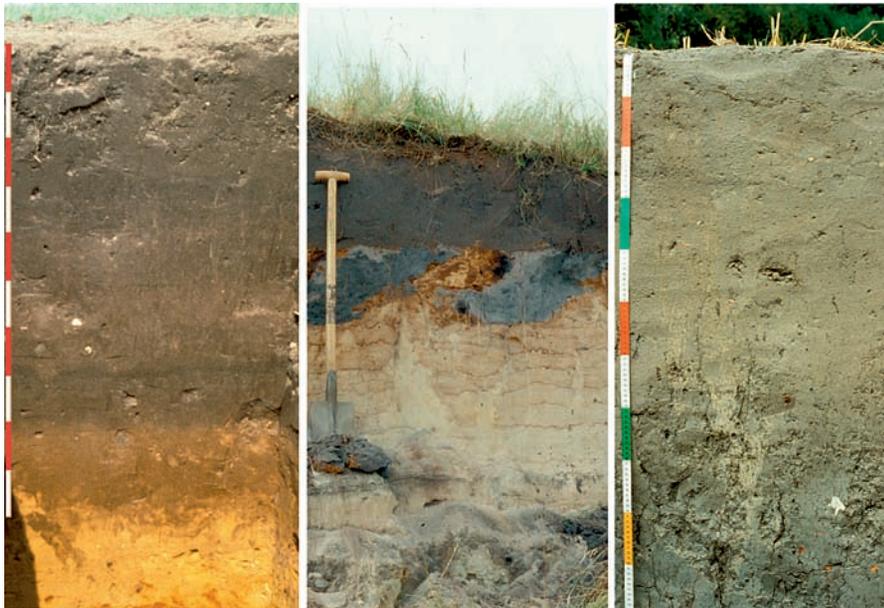


Abb. 8: Beispiele für Böden mit Informationen zu vorindustriellen Land- und Gartenbautechniken: links: Plaggenesch; Mitte: Pflugspuren eines Tiefpflugs; rechts: Rigosol unter Gartenbau, Vier- und Marschlande, Hamburg. Um aus einer tonreichen Kleimarsch einen für Gartenkultur geeigneten Boden zu schaffen, wurden im Verlauf von ca. 450 Jahren ca. 165.000 Schubkarren Sand / ha aufgetragen und eingemischt, Miehlisch 1999 (Bilder: links H. Wiechmann, Mitte und rechts: G. Miehlisch).



Abb. 9: Beispiele für Böden mit Informationen zur jüngeren Geschichte: links: Stadtboden, Hamburg; Mitte: Teeröl in einem ehemaligen Kokereigelände, Essen, Nordrhein-Westfalen; rechts: Oberflächenabdichtungssystem der Altdeponie Georgswerder, Hamburg (Bilder G. Miehlisch).

Böden mit Zeugnissen der Siedlungsgeschichte, des Bergbaus und der Industriegeschichte (Abb. 9). Bislang wenig beachtet werden Böden, die Informationen zur jüngeren Geschichte enthalten. Dies scheint mir in Analogie zu den Bemühungen zur Industriearchäologie und zum Denkmalschutz der jüngeren Siedlungs- und Industriegeschichte ungerechtfertigt. Böden in Siedlungen, Altlasten oder Industrieanlagen enthalten eine Fülle von Informationen, die an ausgewählten Beispielen schutzbedürftig sind. Sie zeigen Phasen der Siedlungsentwicklung an, geben Auskunft über den Umgang des Menschen mit Abfällen, zeigen Auswirkungen der Bautätigkeit auf Böden, aber auch die Bemühungen um Rekultivierung zum Beispiel von ehemaligen Tagebauflächen oder von Altlasten.

Eine systematische Erfassung dieses Archivs der Kulturgeschichte besteht nicht. Mit der Charakterisierung und Kartierung urbaner Böden hat sich ein Arbeitskreis der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft befasst, der 1997 einen Feldführer zur Kartierung herausgegeben hat (*Büro für Bodenbewertung Kiel* 1997). Derzeit befasst sich eine Arbeitsgruppe der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG 2009) mit diesem Thema.

4 Ausblick

Es bleibt noch viel zu tun, um den Archivböden die gebührende Beachtung und einen wirksamen Schutz zu sichern:

- Erfassung der Archivböden und Darstellung in planungsrelevanten Karten.
- Entwicklung von Handreichungen, die Planern den Umgang mit Archivböden erleichtern und deren Bedeutung darlegen.
- Erstellung von Datenbanken von Archiven (auch der jüngeren) Kulturgeschichte, soweit sinnvoll, gemeinsam mit der Bodendenkmalpflege und Schutz bedeutsamer Archive nach Denkmalschutzrecht.
- Eintragung von regionalen Referenzböden und Archiven der Naturgeschichte in die Liste der Geotope und

Schutz wichtiger, kleinflächiger Archive als Naturdenkmale.

■ Erfassung von Archivböden in Naturschutzgebieten.

■ Einrichtung und Pflege von offenen Profilgruben der Archivböden für die Ausbildung und die Öffentlichkeitsarbeit.

■ Aufbereitung der „Geschichten“, die Archivböden erzählen, für die Öffentlichkeit.

Hilfreich wäre eine Plattform, auf der die Informationen zentral gesammelt und im Internet veröffentlicht werden.

5 Zusammenfassung

Das Bundes-Bodenschutzgesetz schützt Böden, die wichtige Informationen zur Natur- und Kulturgeschichte enthalten. Ein Hindernis für den wirksamen Schutz ist die unzureichende Erfassung von Bodendaten in planungsrelevanten Maßstäben. Die Bewertung der Archivfunktion von Böden erfolgt in den Bundesländern nach unterschiedlichen Kriterien und Parametern. Wirksam geschützt werden können Archive der Natur- und Kulturgeschichte nach Naturschutz- und Denkmalschutzrecht. Leider wurde bislang nur wenig Gebrauch davon gemacht.

Es gibt unterschiedliche Formen der Archivböden: charakteristische Böden einer Region, naturnahe Böden, Böden mit speziellen Informationen zur Natur- und Kulturgeschichte (einschließlich der jüngsten Geschichte). Sie erfordern angepasste Erfassungstechniken und Maßnahmen für ihren wirksamen Schutz. Fortschritte zum Schutz der Archivfunktion von Böden können durch die Verbesserung der Datenlage, eine länderübergreifende Erfassung in Datenbanken und eine vermehrte Unterschutzstellung als Natur- bzw. Bodendenkmal erzielt werden.

Summary

The Federal Soil Protection Law concerns soils containing important information of nature and cultural heritage. However, insufficient inventory of soils data in scales adequate for planning purposes constitutes a significant impediment to efficient soil protection. The Federal States in Germany use varying criteria and parameters for the assessment of archive

functions. Archives of natural and cultural heritage could be effectively protected under the existing nature protection and historical monuments laws. Unfortunately until now these laws have only rarely been enforced.

There are different forms of archive soils: soils of regional characteristics; near-natural soils; soils containing particular information concerning natural and cultural heritage (including recent history). They require suitable assessment techniques and measures directed at effective soil protection. Progress concerning the protection of archive functions of soils could be achieved from improvement of the data base, trans-regional institution of data banks and increased protection by declaration as nature or buried cultural monuments.

Literatur

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, 438 S., Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (2007): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Gefahr der Entstehung schädlicher Bodenveränderungen sowie der Nutzungsfunktion „Rohstofflagerstätte“ nach BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover. [(14. 06. 2009) www.bgr.bund.de/nn_325814/DE/Themen/Boden/Zusammenarbeit/Adhocag/Downloads/methodenkatalog.../methodenkatalog.pdf].

Altemüller, H.-J. & Poetsch, T. (1993): Mikromorphologische Ansätze zur Rekonstruktion tertiärer Umwandlungsprozesse im Aufschluss „Eiserne Hose“ bei Lich, Oberhessen. Mitt. Deutsche Bodenkundl. Gesellsch., 72, 1491–1494.

Arbeitskreis Geoarchäologie (2009): [(16. 06. 2009) www.akgeoarchaeologie.de/index.html].

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2009 a): Bodeninformationssystem Bayern (14. 06. 2009) www.bis.bayern.de/bis/initParams.do;

[jsessionid=7BB8412A8CCBA5549E795BD711E5D744](http://www.bis.bayern.de/bis/initParams.do)].

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2009 b): Geotopschutz in Bayern [(15. 06. 2009) www.lfu.bayern.de/geologie/fachinformationen/geotopschutz/index.htm].

BGR (2007): Erläuterungen zur nutzungsdifferenzierten Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland BÜK 1000 N. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.), 46 S. u. 3 Karten, Hannover.

BGR (2009 a): Bodenübersichtskarte 1:200.000. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.), Hannover. [(14. 06. 2009) www.bgr.bund.de/cln_092/nn_325414/DE/Themen/Boden/Produkte/Karten/BUEK_200.html].

BGR (2009 b): Karte der Bodengroßlandschaften der Bundesrepublik Deutschland. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.), Hannover. [(15. 06. 2009) www.bgr.bund.de/cln_092/nn_325378/DE/Themen/Boden/Produkte/Karten/BGL_5000.html].

BGR (2009 c): Hildesheimer Schwarzerde. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. [(14. 06. 2009) www.bgr.bund.de/cln_101/nn_335066/DE/Themen/GG_Palaeontol/Sammlung/Objekt_Monat/1105_schwarzerde.html?__nnn=true].

Boes, J., Dahlman, I., Gunreben, M. & Müller, U. (2002): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. Hinweise zur Umsetzung der Archivfunktion im Bodenschutz. GeoFakten, 11, 6 S., NLFb Hannover.

Bosch, C. (1994): Versuch einer „Roten Liste natürlicher Böden“ zum Schutz von Seltenheit und Naturnähe von Böden. In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., Einsele, G. & Harreß, H.-M. (Hrsg.): Bodenschutz, Kennziffer 7050, 9 S.

Bork, H.-R. (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. 328 S, Stuttgart.

Brandt, I. (2007): Untersuchungen zur Landschaftsentwicklung am slawischen Burgwall Friedrichsruhe, Lkr. Parchim. Wissenschaftliche Hausarbeit zur Erlangung des akademischen Grades einer Magistra Artium der Universität Hamburg, 130 S., un-

- veröffentlicht. Kontakt: g.miehlich@gmx.de.
- DBG** (2009): Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, Arbeitsgruppe Paläopedologie: [(14. 06. 2009) www.dbges.de/wb/pages/arbeitsgruppen/palaeopedologie.php], Arbeitsgruppe Urbane Böden [(16. 06. 2009) www.dbges.de/wb/pages/arbeitsgruppen/urbane-boeden.php].
- Büro für Bodenbewertung Kiel** (1997): Feldführer Empfehlungen des Arbeitskreises Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft für die bodenkundliche Kartierung urban, gewerblich, industriell und montan überformter Flächen (Stadtböden). Dr. Wolfram D. Kneib büro für bodenbewertung, Kiel.
- ELSA** (Hrsg., 2007): local land & soil news, Heft 20/21. [(14. 06. 09) www.bodenbuendnis.org/publikationen/local-land-soil-news/].
- Feldwisch, N.** (2004): Leitfaden zur Ausweisung von Bodenschutzgebieten. Unveröff. Gutachten an das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 94 S.
- Freie und Hansestadt Hamburg** (Hrsg., 2003): Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Gesundheit Hrsg.: Großmaßstäbige Bodenfunktionsbewertung für Hamburger Böden, 89 S. [(14. 06. 2009) www.hamburg.de/contentblob/142712/data/bodenfunktion-broschuere.pdf].
- Geologischer Dienst NRW** (2009): Schutzwürdige Böden [(14. 06. 2009) www.gd.nrw.de/g_bkswb.htm].
- Gerlach, R.** (2006): Archäologie im Boden – Boden als Archäologie. Vortrag [(16. 06. 2009) www.bvboden.de/downloads/Gerlach.pdf].
- Gerlach, R., Baumwerd-Schmidt, H., v. d. Borg, K., Eckmeier, E. & Schmidt, M.W.I.** (2006): Prehistoric Alteration of Soil in the Lower Rhine Basin, Northwest Germany. *Geoderma* 136, 38–50.
- Gunreben, M. & Boess, J.** (2008): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. *GeoBerichte* 8, 48 S. [(14. 06. 2009) http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C46625140_L20.pdf].
- Hochfeld, B., Gröngroft, A. & Miehlich, G.** (2003): Großmaßstäbige Bodenfunktionsbewertung für Hamburger Böden. Verfahrensbeschreibung und Begründung. Bericht an die Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Gesundheit, 81 S., Hamburg.
- Hochfeld, B.** (2004): Bodenfunktionsbewertung. *Hamburger Bodenkundliche Arbeiten*, 254 S.
- Hönes, E.-R.** (2006): Zur Archivfunktion des Bodens aus rechtlicher Sicht. *Bodenschutz*, 3/06, 78–85.
- IUSS** (2009): International Union of Soil Sciences, Commission Palaeopedology [(14. 06. 2009) <http://groups.google.com/group/Paleopedology>].
- Kaiser, K., Hilgers, A., Schlaak, N., Janowski, M., Kühn, P., Bussemer, S. & Przegie, K.** (2009): Palaeopedological marker horizons in northern central Europe: Characteristics of Lateglacial Usselo and Finow soils. *Bo-reas* (im Druck).
- Küster, H.** (2008): Geschichte des Waldes, von der Urzeit bis zur Gegenwart, 267 S., München.
- Landesumweltamt Brandenburg** (Hrsg., 2005): Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte. *Fachbeiträge des Landesumweltamtes*, 99, 298 S. [(16. 06. 2009) www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2320/lua_bd_99.pdf].
- LABO** (2006): Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, ständiger Ausschuss 2 (vorsorgender Bodenschutz): Thememkarten des Bundes und der Länder [(14. 06. 2009): www.labo-deutschland.de/pdf/Themenkarte_Bund_Laender_10_2006.pdf].
- LBEG** (2009): Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: das Bodeninformationssystem NIBIS [(14. 06. 2009) www.lbeg.niedersachsen.de/master/C38061580_N38212487_L20_D0_I31802357.html].
- Lorz, C. & Opp, C.** (2000): Hemerobiegrad und Seltenheit als Bewertungskriterien von Böden, dargestellt an Bodencatenen. *Geowiss. Mitt. Thüringen, Beih.* 10, 53–61.
- Leibniz-Institut für Länderkunde** (Hrsg., 2003): Nationalatlas der Bundesrepublik Deutschland, Band 2 (Relief, Boden und Wasser).
- LUBW** (2008): Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte, *Bodenschutz* 20, 20 S. [(17. 06. 2009) www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de].
- LVR/BVB** (2006): Workshop „Die Archivfunktion des Bodens und die Pedo-Archäologie“ [(17. 06. 2009) www.bvboden.de/texte/tagungsberichte/Archaeologie.htm].
- Miehlich, G.** (1999): Böden und Bodenkultur der Vier- und Marschlande – Segen und Last einer Flussmarschlandschaft. *Hamburger Geographische Studien*, 48, 199–224.
- Miehlich, G.** (2006): Der mühsame Weg von der Analyse einer Bodeneigenschaft zur Bewertung einer Bodenfunktion. Vortrag. [(15. 06. 2009) www.geowiss.uni-hamburg.de/i-boden/pubrel/MiehlichDerMuehsameWeg.pdf].
- Miehlich, G.** (2007): Die Bedeutung der Archivfunktion des Bodens im Bodenschutz. *Local land & soil news*, 20/21, 3–4 [(14. 06. 2009) www.bodenbuendnis.org/publikationen/local-land-soil-news/].
- Miehlich, G., Schwank, S. & Gröngroft, A.** (2007): Das Schutzgut Boden im Pflege- und Entwicklungsplan des Hamburger Naturschutzgebiets „Boberger Niederung“. Abschlussbericht eines Auftrags der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg, 48 S. Infos unter g.miehlich@gmx.de.
- Oechtering, L.** (2006): Bodenschutz in Hamburg – Bodenbewertung in einer nachhaltigen Kommunalplanung. *Local land & soil news*, 18/19, S. 22–23 [(14. 06. 2009) www.bodenbuendnis.org/publikationen/local-land-soil-news/].
- Oechtering, L.** (2009): persönl. Mitteilung, Juni 2009.
- Planungsgruppe Ökologie und Umwelt** (2003): Zusammenfassung und Strukturierung von relevanten Methoden und Verfahren zur Klassifikation und Bewertung von Bodenfunktionen für Planungs- und Zulassungsverfahren mit dem Ziel der Vergleichbarkeit. Bericht an die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, 87 S. u. 93 S. Anhang. [(14. 06. 2009) www.hamburg.de/contentblob/142714/data/labobericht.pdf].
- Pott, R.** (1999): Lüneburger Heide, Wendland und Nationalpark Mittleres Elbtal, 256 S., Stuttgart.
- SAG** (1993): Bund-Länder-Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundla-

- gen Bodenschutz (1993): Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., Einsele, G. & Harreß, H.-M.: Bodenschutz, Kennziffer 9401, 50 S., Berlin.
- Schatz, T. & Schmidt, R.* (2003): Archivböden – exemplarische Inventarisierung und Bewertung im Land Brandenburg. *Bodenschutz*, 3/03, 74–80.
- Scheffer/Schachtschabel* (2002): Lehrbuch der Bodenkunde, S. 532, Heidelberg u. Berlin.
- Schraps, W. G. & Schrey, H. P.* (1997): Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen – Bodenkundliche Kriterien für eine flächendeckende Karte zum Bodenschutz. *Z. Pflanzenern. Bodk.*, 160, 407–412.
- Spek, T.* (2004): Het Drentse esdorpenlandschap – een historisch-geografische studie. Stichting Matrijs, Utrecht. 2 Bände, 1100 S., Kartenbeilage.
- Tolksdorf, J. F., Kaiser, K., Veil, F., Klasen, N. & Brückner, H.* (2009): The Early Mesolithic Haverbeck Site North West Germany: Evidence for Preboreal Settlement in the Western and Central European Plain. *Journal of Archaeological Science* 36, 1466–1476.
- UBA* (2001): Umweltbundesamt (Hrsg.): Reiseführer zu den Böden Deutschlands, 164 S., Berlin. [(04. 06. 2009) www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/boden/bildung/reisef/index.htm].
- Wiechmann, H.* (2006): Schutz der Funktion von Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte. In: Loki Schmidt Stiftung Hamburg und Institut für Bodenkunde der Universität Hamburg: Ergebnisse des Workshops: Bodenschutz eine Aufgabe des Naturschutzes? [(14. 06. 2009) www.geowiss.uni-hamburg.de/i-boden/publrel/prdownloads.htm].
- Zimmermann, W.-H.* (2008): Phosphate mapping of a Funnel Beaker Culture house from Flögel-In-Eekhöltjen, district of Cuxhaven, Lower Saxony. Publication of the faculty of archaeology Leiden university. Between foraging and farming. An extended broad spectrum of papers presented to Leendert Louwe Kooijmans. *Analecta Praehistorica Leidensia* 40, Preface IX. 11, 123–129, Leiden.
- Zölitz, R.* (1980): Bodenphosphat als Siedlungsindikator. Möglichkeiten und Grenzen der siedlungsgeographischen und archäologischen Phosphatmethode. *Offa – Ergänzungsreihe* Bd. 5.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Günter Miehlich
 Institut für Bodenkunde
 der Universität Hamburg
 g.miehlich@ifb.uni-hamburg.de